Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Водные биоресурсы и аквакультура

Water bioresources and aquaculture

Науковий **журнал**

1(13)/2023

Видавничий дім
«Гельветика»
2023

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Internet
Вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету
(протокол № 6 від 31.03.2023 року).

Головний редактор – Пічура В.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор.
Відповідальний редактор – Дюдяєва О.А. – старша викладачка кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка.

Члени редакційної колегії:
Бех В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Бойко М.Ф. – доктор біологічних наук, професор;
Бойко П.М. – кандидат біологічних наук, доцент;
Бузевич І.Ю. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник;
Бургаз М.І. – кандидат біологічних наук, доцент;
Вовк Н.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Волох А.М. – доктор біологічних наук, професор;
Дементьєва О.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент;
Домарацький Є.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент;
Зубков О. – доктор-хабілітат біологічних наук, професор (Республіка Молдова);
Клименко О.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Кутіщев П.С. – кандидат біологічних наук, доцент;
Наконечний І.В. – доктор біологічних наук, професор;
Харитонов М.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Шевченко В.Ю. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент;
Шевченко П.Г. – кандидат біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник;
Шекк П.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Шкуте А. – доктор біологічних наук, професор (Латвія).

Електронна сторінка видання – www.wra-journal.ksauniv.ks.ua

На підставі наказу Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. (додаток 1) журнал внесений до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») у галузі сільськогосподарських наук (101 – Екологія, 207 – Водні біоресурси та аквакультура)

Науковий журнал «Водні біоресурси та аквакультура»
зареєстровано Міністерством юстиції України
(Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації,
серія КВ № 24811-14751ПР від 12.04.2021 року)

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою
програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl

ISSN 2663-5283

© Колектив авторів, 2023
© Херсонський державний аграрно-економічний університет, 2023

ЗМІСТ

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ……7

Бургаз М. І., Матвієнко Т. І. Сучасний стан добування та споживання водних біоресурсів в Україні……7

Дюдяєва О. Стан рибної галузі в світі та Україні: тенденції розвитку та глобальні виклики……24

Ковальов М. М. Формування врожайності редису при вирощуванні в системах біологічної гідропоніки……41

Кутіщев П. С., Шевченко В. Ю. Рибогосподарське використання малих водосховищ Півдня України на прикладі Возсіятського водосховища Миколаївської області……52

Мельниченко С. Г. Огляд малих водосховищ Півдня України з точки зору рибогосподарської експлуатації……64

АКВАКУЛЬТУРА……73

Гончарова О. В., Кутіщев П. С. Аспекти формування потенціалу та розвитку української аквакультури на фоні євроінтегрування інноваційних рішень……73

Оліфіренко В. В., Козичар М. В. Вплив імуностимуляторів на виживаність плідників рослиноїдних риб……83

Соборова О. М., Сидорак Р. В., Кудєліна О. Ю. Оцінка якості риби і рибної продукції та споживчих переваг українців на одеському ринку рибних продуктів……95

ГІДРОЕКОЛОГІЯ……109

Бєдункова О. О., Статник І. І., Боярин М. В. Вибір індикаторів моніторингу якості поверхневих вод річки Случ……109

Бреус Д. С. Методичні підходи до вивчення мікробіологічної середи систем розподілу питної води……124

Євтушенко О. Т. Екологічні проблеми водних ресурсів України та шляхи їх вирішення……136

Пічура В. І., Потравка Л. О., Рутта О. В. Сільськогосподарська обумовленість біогенного забруднення поверхневих вод басейну ріки Дніпро……152

Скок С. В. *О*цінка екологічного стану морських екосистем (на прикладі Одеської затоки)……175

ПРОМИСЕЛ 188

Лічна А. І., Безик К. І., Куделіна О. Ю. Аналіз даних ФАО загальносвітового об'єму продукції рибальства та аквакультури 188

Семенюк С. К., Козичар М. В. Наслідки антропогенного впливу на популяційні процеси хребетних тварин 198

СТОРІНКИ ПАМ'ЯТІ 207

In Memory of Galina Kurkubet 207

CONTENTS

WATER BIORESOURCES.....7

Burhaz M. I., Matviienko T. I. The current state of extracting and consuming aquatic bioresources in Ukraine.....7

Dyudyayeva O. The state of the fish industry in the world and in Ukraine: development trends and global challenges.....24

Kovalov M. M. Formation of radish yield when growing in biological hydroponics systems.....41

Kutishchev P. S., Shevchenko V. Yu. Fisheries use of small reservoirs in the South of Ukraine as an example of the Vozsiat reservoir of Mykolaiv region.....52

Melnyshenko S. H. Overview of small reservoirs of the South of Ukraine from the aspect of fisheries exploitation.....64

AQUACULTURE.....73

Honcharova O. V., Kutishchev P. S. Aspects of formation of the potential and development of Ukrainian aquaculture under the conditions of European integration of innovative solutions.....73

Olifirenko V. V., Kozichar M. V. The influence of immunostimulators on the survival of fertilizers of vegetable fish.....83

Soborova O. M., Sydorak R. V., Kudelina O. Yu. Assessing the fish and fish product quality and the consumer preferences of Ukrainians at the Odesa fish and fish product market.....95

GYDROECOLOGY.....109

Biedunkova O. O., Statnyk I. I., Boiaryn M. V. Selection of indicators of surface water quality monitoring of Sluch river.....109

Breus D. S. Methodological approaches for studying the microbiological environment of drinking water distribution systems.....124

Yevtushenko O. T. Ecological issues of water resources of Ukraine and the ways of their solution.....136

Pichura V. I., Potravka L. O., Rutta O. V. Agricultural determinants of biogenic pollution of surface waters in the Dnipro river basin.....152

Skok S. V. Evaluation of the ecological condition of marine ecosystems (exemplified by the gulf of Odessa).....175

CRAFT.....188

Lichna A. I., Bezyk K. I., Kudelina O. Yu. Analysis of FAO data on the global fisheries and aquaculture production volume.....188

Semeniuk S. K., Kozychar M. V. The consequences of anthropogenic influence on the population processes of vertebrate animals.....198

PAGES OF MEMORY.....207

In Memory of Galina Kurkubet.....207

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ

UDC 639.2/.3
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.1

THE CURRENT STATE OF EXTRACTING AND CONSUMING AQUATIC BIORESOURCES IN UKRAINE

Burhaz M. I. *– Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor,*
Matviienko T. I. *– Senior Lecturer,*
Odesa State Environmental University,
marinaburgaz14@gmail.com, tatyana.matvienko@gmail.com

Aquatic biological resources and their effective using form the basis of the sustainable development of fish farming and aquaculture in each country. It is an important resource of food security, which will determine its state in the near future, taking into account the latest global trends.

In recent years, the trend towards a decrease in catching aquatic biological resources, a decrease in the producing its own fish products, a decrease in the level of consumption of fish products per capita with a simultaneous increase in the import dependence of the market, which indicates the absence of a system of the sustainable development and the insufficient financial support for the fishing industry, has been observed in Ukraine. But, namely fisheries, as a complete complex, plays a very important role in the economy of Ukraine.

The purpose of the work was to find out the current state of fishing and extracting aquatic bioresources and to analyze the consumption of fish and fish products by Ukrainians.

The dynamics of extracting aquatic bioresources in general and in the internal water bodies, the value indicators of the aquaculture development, the funds of food consumption by Ukrainians for 2021 were analyzed on the basis of specialized literature, regulatory and legal documents related to aquaculture and, in particular, fish farming, statistical data and scientific works of the scientists dedicated to the development of the fishing industry of Ukraine.

The structures of the sea and freshwater fish catch volumes by main species for 2021 were studied, and the changes that occurred in the cost structure of the caught sea and freshwater fish were analyzed.

According to the data on consuming staple foods by the population of Ukraine for 2021, it was established that the consumption of fish and fish products is in the last place. It is due to the low purchasing power of the population on account of rising fish prices and falling incomes of most Ukrainians.

As a result of the conducted research, it was established that the regulation of the fishing industry of Ukraine is insufficiently effective and creates the additional regulatory barriers for the business entities, leads to unequal access to the common limited resource and to irrational using the water bodies and aquatic bioresources.

Keywords: aquatic bioresources, catch, extraction, aquaculture, fish consumption, sea fish, freshwater fish.

Introduction. Aquatic bioresources and their effective using form the basis of the sustainable development of fish farming and aquaculture in each country. It is an important resource of food security, which will determine its state in the near future, taking into account the latest global trends.

Aquatic bioresources (aquatic biological resources according to the Law of Ukraine "On Fish Farming, Industrial Fishing and Protection of Aquatic Biological Resources" dated 07.08.2011 No. 3677-VI) is a set of aquatic organisms (hydrobionts) whose life is impossible without staying (being) in water. Aquatic biological resources include freshwater, marine, anadromous and catadromous fish in all stages of their development, roundmouths, aquatic invertebrates, including molluscs, crustaceans, worms, echinoderms, sponges, gastropods, terrestrial invertebrates in the aquatic stage of development, algae and other aquatic plants [1].

In recent years, the trend towards a decrease in catching aquatic biological resources, a decrease in the producing its own fish products, a decrease in the level of consuming fish products per capita with a simultaneous increase in the import dependence of the market, which indicates the absence of a system of the sustainable development and the insufficient financial support for the fishing industry, has been observed in Ukraine. But, namely fisheries, as a complete complex, plays a very important role in the economy of Ukraine.

The purpose of the work was to find out the current state of fishing and extracting aquatic bioresources and to analyze the consumption of fish and fish products by Ukrainians.

To achieve the goal, the following tasks were set:

1) to analyze the dynamics of extracting aquatic bioresources in general and in the internal water bodies;

2) to determine the amount of fish caught in the region;

3) to analyze the value indicators of the aquaculture development;

4) to establish the main promising directions for the development of the intensive fishery industry to provide the domestic consumer market with the competitive fishery products.

Research materials and methods. Specialized literature, regulatory and legal documents related to aquaculture and, in particular, fish farming, statistical data and scientific works of scientists dedicated to the development of the fishing industry of Ukraine were used for the research. All data for the analysis, which were used in the research process, were statistically processed.

Results and their discussion. Fishing has traditionally played an important role in ensuring food security in many countries of the world and for supporting the population employment and well-being, while fishing itself forms a fairly significant share of cash receipts and income, including taxes and fees [1].

In recent years, in connection with a significant decrease in the fish stocks in the world ocean, and, accordingly, in the volume of its catching, the development of various forms of aquaculture is becoming more and more widespread. Fishing is one of the few branches of the domestic economy, which ensures not only the food security of the state, but also allows to diversify agrobusiness and to increase the profitability of its management with relatively small initial investments and a guaranteed sales market.

Unlike animal husbandry, fishing industry, due to its specificity, could quickly and significantly increase the country's food resources as a result of the increase in the number and improvement of the material and technical base of the fishing fleet. But, today, the extraction of aquatic bioresources is constantly decreasing and there are many favorable reasons for this, primarily related to the annexation of the Crimean Peninsula by the Russian Federation, as well as the temporary occupation of the certain territories of Ukraine. In addition, the factors that led to decreasing the volume of extracting the aquatic bioresources are insufficient stocking of reservoirs; the inadequate state of the stocks of the main commercial fish species in the Azov-Black Sea basin; the insufficient number of fishing vessels, their unsatisfactory technical conditions, etc. Significant decreasing the volumes of catching the aquatic bioresources in the inland reservoirs and the Azov and Black seas negatively affects the economic potential and the international dependence of the country on fish imports, and most importantly, it does not contribute to providing the domestic market of Ukraine with the important protein products [2–4].

According to the data of the State Statistics Committee of Ukraine [5], in 2021 only 69.9 thousand tons of aquatic bioresources were obtained, and almost 33% of them were ftom the internal reservoirs (Table 1).

The fish catch volume in the inland water bodies decreased by 2.6% compared to 2020. In particular, in 2021, 41.8 thousand tons of fish and 28.1 thousand tons of other water resources were caught, and 22.7 thousand tons of fish and 0.057 thousand tons of other water resources were caught in the inland water bodies.

With a loss of a part of the marine fishing fleet in 2013, fishing in the economic zones of other states decreased by almost 80%.

In the structure of extracting the aquatic bioresources for 2021, it should be noted that 60% is fish, the rest is crustaceans and molluscs and other aquatic bioresources. More than 50% of the extracted water bioresources total volume is in two regions – the Mykolaiv region and the Odesa region. Fishing is the least developed in the western and northern regions, where there are no suitable natural conditions for accessing to the large water bodies (seas, large rivers, reservoirs, lakes), which are in the southern and central regions (Fig. 1).

Table 1. **The extraction of aquatic bioresources in the major fishing areas in 2021 [5]**

	Volume of extracted aquatic bioresources, tonnes		***Average price of extracted aquatic bioresources, UAH per 1 tonne***	
	2021	**2021 y% до / % *to* 2020**	**2021**	**2021 y% до / % *to* 2020**
Aquatic bioresources				
All fishing areas	**69872,9**	**91,3**	**15760,1**	**101,0**
Aquaculture	11100,7	93,0	41076,5	114,2
Inland waters objects	22663,0	97,3	15217,8	102,1
Azov Sea	к/с	к/с	к/с	к/с
Black Sea	9971,4	82,8	7802,0	101,0
Atlantic, Antarctic	к/с	к/с	к/с	к/с
Fish				
All fishing areas	**41816,1**	**86,7**	**20922,2**	**104,9**
Aquaculture	11097,3	93,1	40829,9	114,3
Inland waters objects	22606,4	97,4	15154,5	101,7
Azov Sea	к/с	к/с	к/с	к/с
Black Sea	4165,9	89,7	10429,4	108,6
Atlantic, Antarctic	к/с	к/с	к/с	к/с
Other aquatic bioresources				
All fishing areas	**28056,8**	**99,2**	**8066,6**	**98,6**
Aquaculture	3,4	48,8	852051,6	179,3
Inland waters objects	56,6	67,9	40535,0	239,8
Azov Sea	к/с	к/с	к/с	к/с
Black Sea	5805,5	78,5	5916,7	90,4
Atlantic, Antarctic	к/с	к/с	к/с	к/с

[1] Data exclude the temporarily occupied territory of the Autonomous Republic of Crimea, the city of Sevastopol and a part of temporarily occupied territories in the Donetsk and Luhansk regions. Symbol (c) – data are not published in order to ensure compliance with the requirements of the Law of Ukraine "On the State Statistics" regarding confidentiality of statistical information.

In Ukraine, the share of catching freshwater and marine fish in 2021 was 80% and 20%, respectively. After considering, in a section, the production of the aquatic bioresources by fishing areas, it can be seen that aquaculture accounts for 11.1 thousand tons, the extraction in the inland water bodies accounts for 22.7 thousand tons, the Black Sea area accounts for 9.97 thousand tons, other data are not made public in order to ensure the compliance with the requirements of the Law of Ukraine «On State Statistics» regarding the statistical information confidentiality. The Odesa, Cherkasy, and Dnipropetrovsk regions accounted for the largest catch share in the internal facilities and amounted to 4.7 thousand tons, 4.1 thousand tons, and 3.3 thousand tons in 2021, respectively (Fig. 2), but the largest catch share in aquaculture is only in the Cherkasy region and amounted to 2.8 thousand tons.

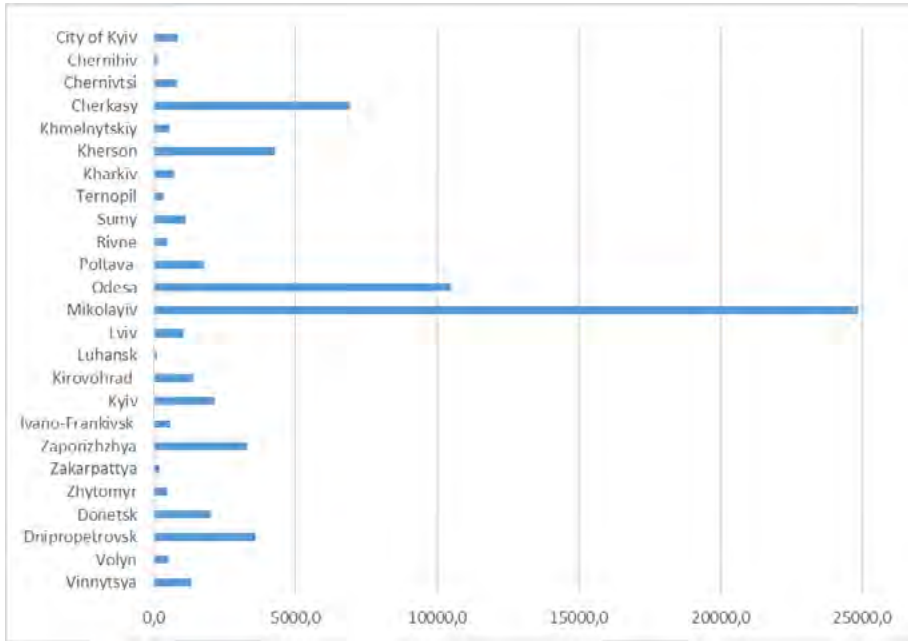


Fig. 1. **The extraction of the aquatic bioresources by species and regions** (According to the State Statistical Service of Ukraine [5])

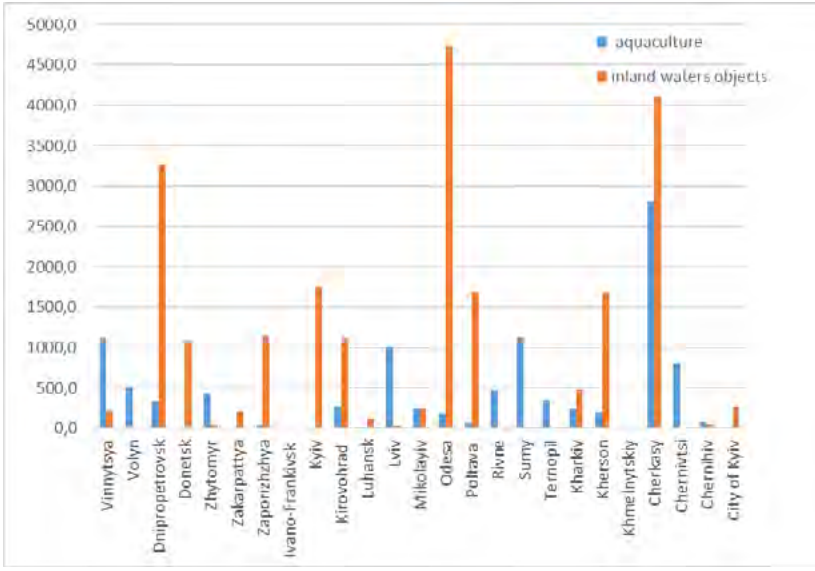


Fig. 2. **The extraction of the aquatic bioresources by major fishing areas and regions in 2021** (According to the State Statistical Service of Ukraine [5])

The level of fish and fish products supplying for the domestic consumer needs based on own production is only 25%, or 2 kg per inhabitant per year, which is definitely insufficient and does not meet scientifically based norms. In order to ensure the domestic fish catch for the Ukrainian population consumer needs, it is necessary to increase the volume of cultivating and catching by 10 times, which is impossible without rationalal using the water fund facilities and developing the high-tech aquaculture on this basis [4].

49% of all marine fish caught by fishing enterprises in 2021 is sprat (Black Sea-Caspian kilka) and 29% is sea goby (Fig. 3). In general, the amount of the sea and ocean fish caught in 2021 decreased by 13% compared to 2020 and amounted to only 8.2 thousand tons for the amount of UAH 84.7 million.

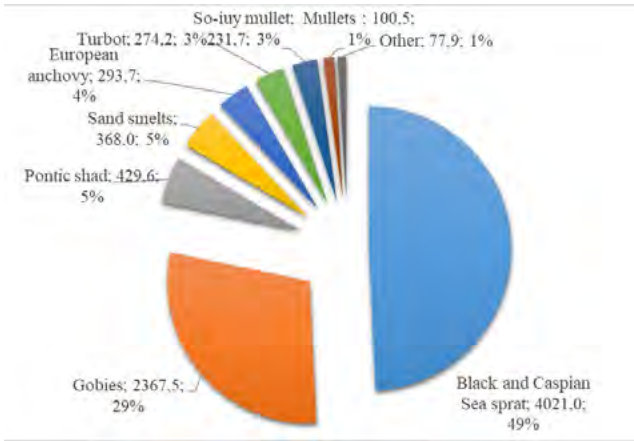


Fig. 3. **The structure of the oceanic and sea fish catch by the main species, tons, 2021**
(According to the State Statistical Service of Ukraine [5])

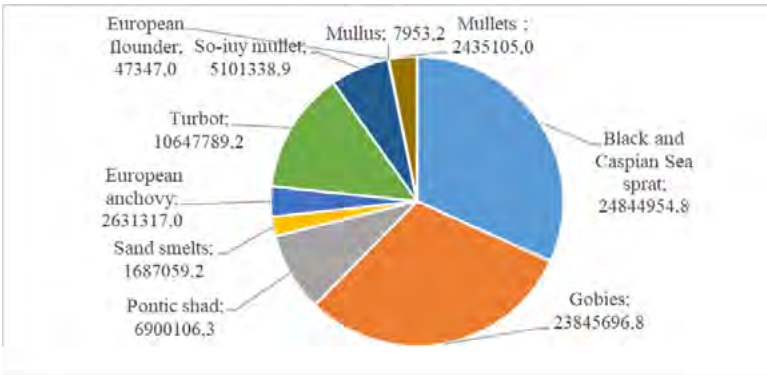


Fig. 4. **The structure of the caught sea and oceanic fish value by species, 2021**
(According to the State Statistical Service of Ukraine [5])

In addition, there have been changes in the cost structure of the caught sea and ocean fish. More than 75% of the total value of the sea and oceanic fish caught is sprat (Black Sea-Caspian kilka), goby and kalkan flounder. The total value of the caught sprat was UAH 24.8 million, or 31% of the value of the sea fish caught, goby was UAH 23.8 million. (30%), UAH 10.6 million. (14%) (Fig. 4).

In 2021, there was a slight decrease in the volume of the freshwater fish catch by about 2%. At the same time, the largest share of the catch volume was made up of freshwater crucian carp, large carp and carp, which is quite a typical phenomenon for grazing aquaculture, which has come to prevail in a significant

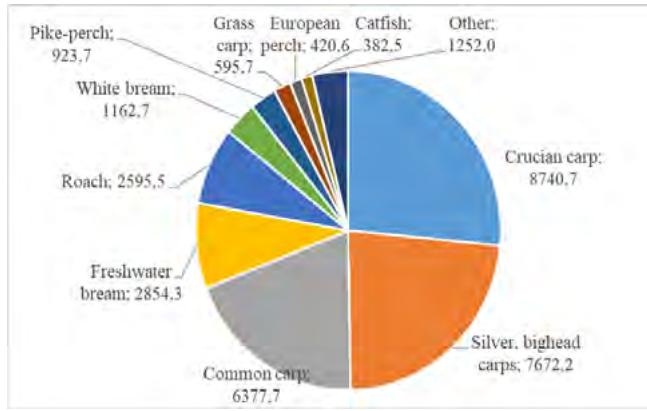


Fig. 5. **The structure of the freshwater fish catch by species, 2021, vol.**
(According to the State Statistical Service of Ukraine [5])

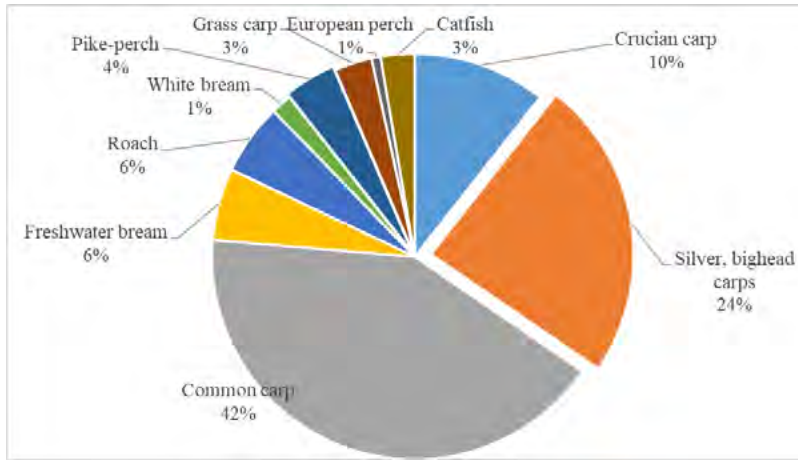


Fig. 6. **The structure of the caught freshwater fish value by the main species, 2021**
(According to the State Statistical Service of Ukraine [5])

part of the Ukrainian fishing enterprises. 8.7 thousand tons of freshwater crucian carp were caught in 2021, it is 26.5% of the gross volume of the caught freshwater fish, large carp was 7.7 thousand tons (23%), carp was 6.4 thousand tons. (19%) (Fig. 5).

Taking into account the inflationary increase in selling prices for fish, the value of caught commercial freshwater fish increased by a third and amounted to UAH 781 million, where 42% was accounted for by carp (Fig. 6).

Nowadays Ukraine imports about 90% of fish. This situation arose due to the lack of a dedicated fleet, processing industry, quotas in the neutral waters and poaching. In addition, the cost price of the Ukrainian fish is higher than the imported fish. Therefore, the products lose their competitiveness [6].

In general, Ukraine imports fish and seafood from 60 countries.

Norway remains the traditional leader in importing fish to Ukraine. Iceland is in the second place, and the USA is in the third place. They are followed by Estonia, Latvia, Spain, Canada, Great Britain, China, Vietnam and Argentina.

The range of fish in Ukraine is represented by both domestic and imported products:

– Domestic products: carp, pike, capelin, zander, mackerel, several.

– Imported products: flounder, perch, pangasius, salmon, butterfish, hake, pollack, capelin, notothenia, herring, mackerel, cod, tuna, tilapia (sole), sea trout, hake, etc.

Considering imports by the fish species, it should be noted that oceanic herring accounts for 56%; mackerel – 13%; sardine species – 10%; pollock – 5%. The other 16% of import volume is occupied by such types of fish as: salmon, herring, capelin, whiting, hake and others. Atlantic herring and mackerel are imported to Ukraine from Norway. Sardines are also imported from Norway, USA, Canada, Spain and Argentina. Sprat is mostly Baltic. Pollack and salmon are imported from Russia and Norway. The main importers of delicate species of fish are: France, Italy and China [6].

Currently, the most popular types of domestic products include carp, pike, several, pilengas. The most popular sea fish caught in Ukraine is mackerel – 15.5% of the fish total amount, bullhead – 13.3%, turbot – 8.4%, krill – 10.1%. The leaders among the river fish are carp (10.6%), walleye (13.6%) and crucian carp (5.1%) [6].

The annual fund of fish and fish products consumption in Ukraine for the period from 2000 to 2021 showed that it is at an almost stable level. Thus, in 2021, fish consumption per person amounted to 13.2 kg, which is 35% more than in 2015 and 6% more than in 2020 (Fig. 7).

Having considered the fund of consuming the basic food products by the population of Ukraine for 2021 (Fig. 8), it should be noted that the leader is consuming eggs (11.26 thousand tons), while consuming fish and fish products is

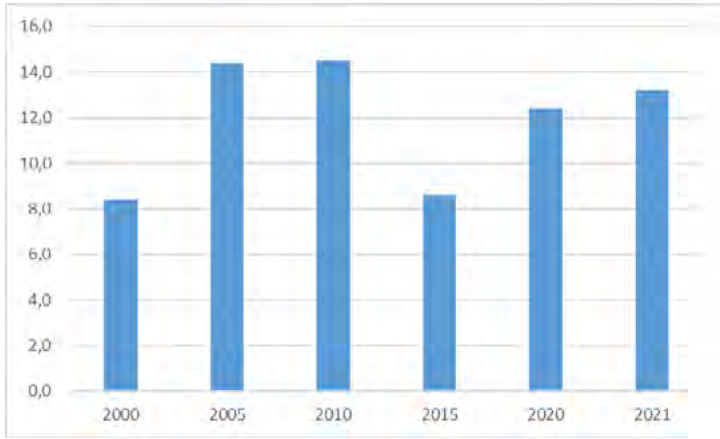


Fig. 7. **The consumption of fish and fish products in Ukraine, per capita in year; kilograms** (According to the State Statistical Service of Ukraine [5])

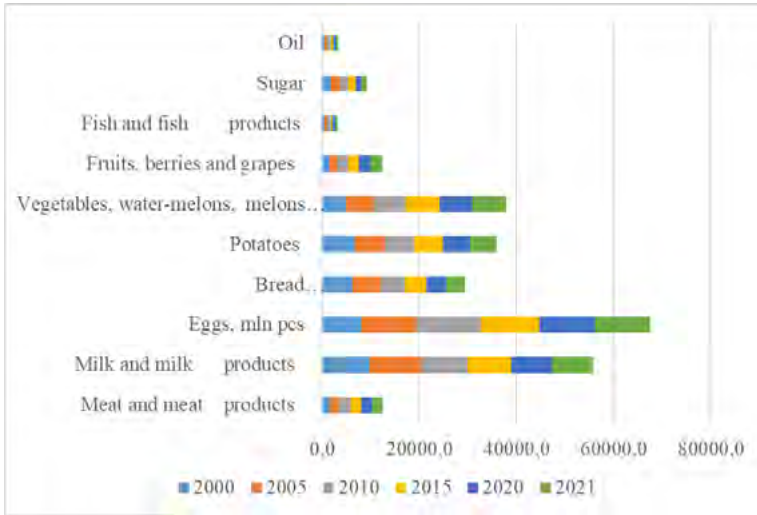


Fig. 8. **The consumption of basic food products by the population of Ukraine, thousands of tons** (According to the State Statistical Service of Ukraine [5])

in the last place and is 0.55 thousand tons. It is due to the low purchasing power of the population due to rising fish prices and falling incomes of most Ukrainians.

But comparing the consumption of fish and fish products by Ukrainians for the period from 2000 to 2021, it should be noted that there has been an increase in recent years, although not significant (Fig. 9). The fish consumption fund includes fresh fish, as well as salted, smoked fish, canned fish and other types of fish products in physical weight per fish.

Analyzing the consumption of basic food products per person per year, for the period from 2000–2021, it was established that eggs and dairy products are the main products, and fish and fish products again occupy the last place (Fig. 10).

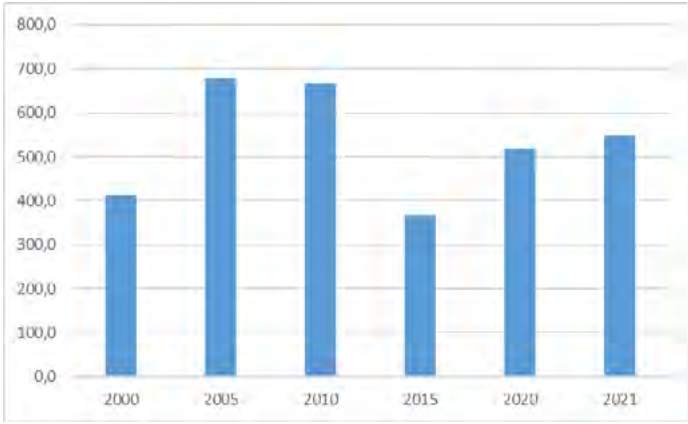


Fig. 9. **The consumption of fish and fish products by the population of Ukraine, thousands of tons** (According to the State Statistical Service of Ukraine [5])

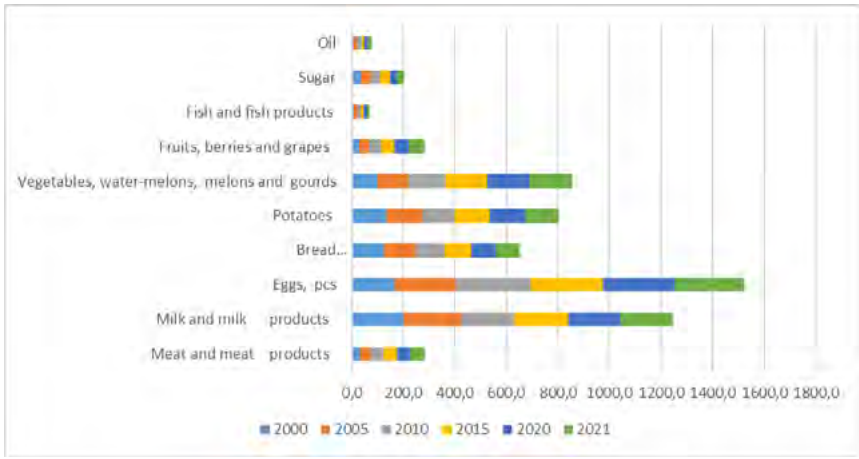


Fig. 10. **The consumption of basic food products per person per year; kg** (According to the State Statistical Service of Ukraine [5])

So, in 2021, the consumption of fish and fish products per person per year was 13.2 kg, and, for example, meat consumption was 53 kg, which is 75% more.

After considering the consumption of food products in the individual countries in 2019 (Fig. 11), the three leaders in consuming fish and fish products were identified – China, Japan and Spain, respectively: 51 kg, 47 kg and 42 kg

per year per person. In relation to consuming meat, consuming fish and fish products was: China – 73%, Japan – 87%, Spain – 39%, and in Ukraine only 25%.

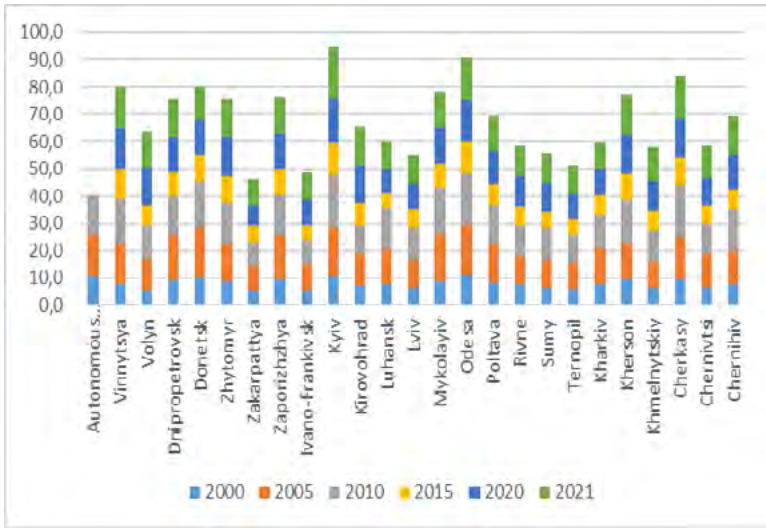


Fig. 11. **The consumption of fish and fish products, per capita in year; kilograms**

Analysis of consuming fish and fish products per person per year, in the period from 2000 till 2021 by the regions of Ukraine showed that the maximum consumption was recorded in two regions – the Kyiv and Odesa regions, amounted to 19.1 kg and 15.6 kg respectively in 2021 (Fig. 12), but after comparing consumption by the regions, the leaders became the Kyiv, Donetsk, and Dnipropetrovsk regions – 90.8 thousand tons, 50.6 thousand tons, and 43.5 thousand tons, respectively, in 2021 (Table 2) [5].

So, it should be noted that Ukrainians prefer imported products to domestic products and consume very little fish and fish products.

The Ukrainian import-dependent fish and fish products market negatively affects food security. The problem lies in the structure of fish consumption by the population of the country, in which the share of freshwater fish grown by the domestic farms does not exceed 12%, and sea fish is not fully covered by the fishing fleet in the marine economic zones of Ukraine and other countries, so it is imported to meet the domestic demand [7–8].

The problem of aquaculture development in Ukraine is fundamental and lies in the structure of fish consumption by the population, which is a consequence of the consumption culture itself. Therefore, changing the culture of the consumption in favor of freshwater fish, which are grown by the Ukrainian enterprises and caught in the inland water bodies, can change the balance of fish and fish products and contribute to the reduction of imports, the absolute

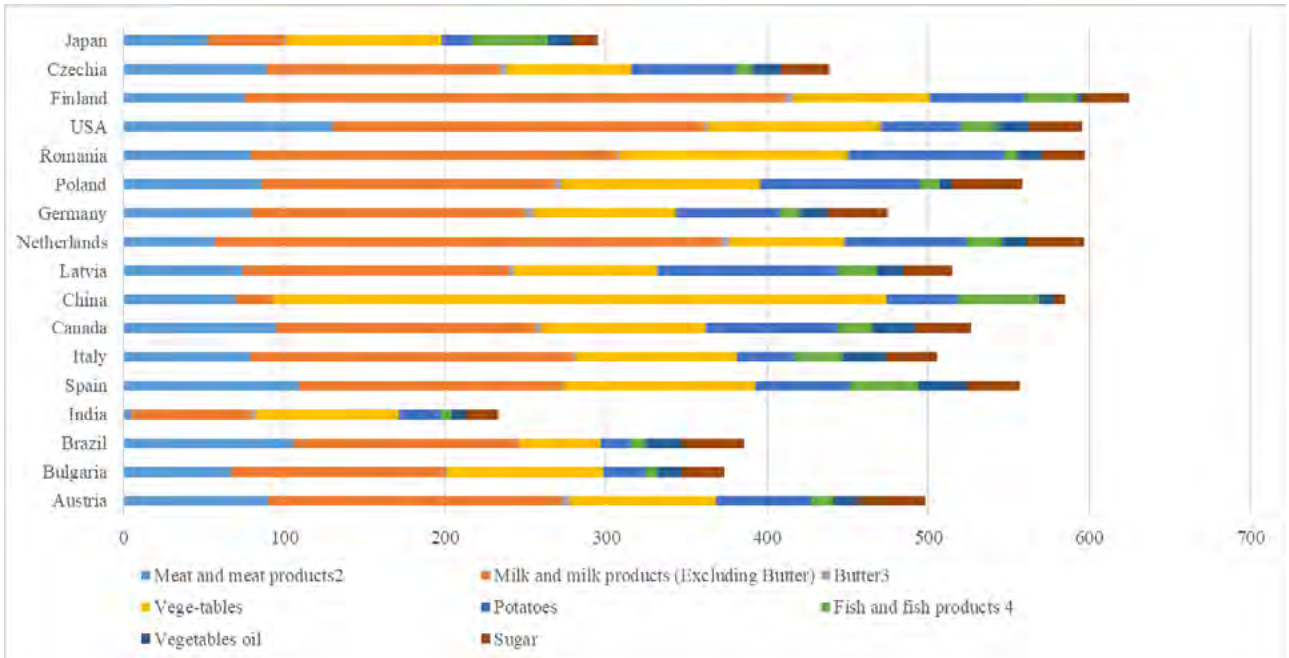


Fig. 12. **Food consumption in the individual countries in 2019, per person per year; kg**

[1] It is used here the statistical materials of the World Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO are used, in particular, the data are posted on the WEB website of this organization at: http: \\ www.fao.org.

[2] Including subproducts and row fat.

[3] In physical weight, without calculation of milk.

[4] Including seafood and other aquatic products.

Table 2. **Fund of consuming fish and fish products, thousands tons**

Regions	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Autonomous Republic of Crimea	26,4	36,2	33,7	…	…	…
Vinnytsya	13,8	25,7	27,0	17,3	22,6	23,2
Volyn	5,5	12,0	12,7	8,0	13,9	13,5
Dnipropetrovsk	32,2	57,8	48,2	28,3	41,1	43,5
Donetsk	51,3	81,8	76,5	42,0	51,5	50,6
Zhytomyr	12,1	18,9	18,8	12,5	17,3	16,4
Zakarpattya	6,3	11,6	11,0	7,2	10,0	12,1
Zaporizhzhya	18,3	30,1	27,1	16,4	22,1	22,2
Ivano-Frankivsk	7,3	13,9	12,0	7,3	12,8	13,4
Kyiv	48,3	77,0	87,5	55,4	76,5	90,8
Kirovohrad	8,4	12,3	10,7	8,1	12,4	13,3
Luhansk	19,9	31,5	33,9	11,9	19,6	21,1
Lviv	16,1	27,9	28,9	16,7	24,0	26,9
Mykolayiv	10,8	22,0	19,5	10,2	14,9	14,7
Odesa	28,0	44,1	44,4	28,7	35,8	36,8
Poltava	13,3	22,8	20,8	11,4	16,8	17,1
Rivne	8,9	12,0	13,4	7,7	12,7	13,0
Sumy	7,9	13,3	13,0	6,7	11,2	11,6
Ternopil	6,4	11,2	11,2	5,9	9,7	10,7
Kharkiv	22,4	37,8	34,4	18,8	25,1	25,4
Kherson	11,0	15,9	16,3	10,5	14,8	14,5
Khmelnytskiy	8,5	14,5	14,6	9,1	13,9	15,1
Cherkasy	13,6	20,4	24,8	12,9	16,8	18,1
Chernivtsi	6,1	11,1	10,1	6,1	9,3	10,1
Chernihiv	9,7	14,7	16,5	8,1	12,6	13,6

majority of which are marine fish species. The essence of this hypothesis is to change the structure of the consumer demand in favor of such types of fish as carp, grass carp, carp, bream, catfish, etc., the volume of cultivation and catching of which can be significantly increased in 3–4 years by fishing enterprises to provide the population with fish products and to ensure food security for this important food product.

The traditional formation of the domestic fish products market based on the imported raw materials is a reflection of the consumer habits of the Ukrainian buyers, which is negative for the economy of Ukraine only for this product group.

It is necessary to implement an active information policy aimed at changing the consumer preferences of the buyers in order to change the fish consumption structure in favor of freshwater species that are grown and caught by the domestic fishing enterprises. The increase in demand for such important

fish species as carp, crucian carp, white carp, etc., will contribute to the active development of fish farming in the inland water bodies and partially reduce the volume of imports [6–8].

Conclusions. The fishing industry of Ukraine is in a state of crisis. From 2011 to 2021, the volume of the fish catch decreased by 32% and gradually decreases every year. Domestic aquaculture provides only 20% of the domestic consumer needs for fish.

Ensuring an increase in the fish farming and fishing volume should be based on implementing a comprehensive state program for the development of aquaculture with the involvement of all available water, material and technical and raw resources.

The development of aquaculture in Ukraine requires an increasing consumer demand for freshwater fish species, and the cultivation of which is the main base for the untapped potential of fishing in the inland water bodies, and the implementation of a set of measures to restore the resource and production potential of the fishing industry. In particular, it should be noted the expediency of creating a favorable economic environment for attracting the investments into the implementation of the latest resource-saving technologies for the intensive pond, cage, river and basin fish farming. At the same time, it is necessary: to adopt a state target program to ensure preferential lending to fishing enterprises for the purpose of updating the material and technical base, to restore the water bodies and hydrotechnical structures; to develop the sales infrastructure aimed at saling the products through a direct channel from the producer to the consumer for a more significant influence of the enterprises on the sale price, which as a result will contribute to reducing the fish consumer prices for the population.

Another important problem in the fishing industry of Ukraine is the fight against illegal fishing, illegal sales of fish products with the tax evasion by the unscrupulous entrepreneurs who often hide the real scale of their economic activities.

Reducing the level of illegal extraction of the aquatic bioresources is not carried out effectively. The low level of the responsibility for violating the fishing rules does not contribute to their cessation, but on the contrary, contributes to the spread of poaching. The low level of compensation for damages, imposed fines and the possibility of avoiding responsibility does not ensure the sufficient influence on the violators of the environmental legislation.

Thus, the regulation of the fishing industry of Ukraine is insufficiently effective and creates the additional regulatory barriers for the business entities, leads to the unequal access to the common limited resource and to irrational using the water bodies and the aquatic biological resources.

In order to promote the development of intensive fish farming in Ukraine, it is necessary to implement a set of measures, in particular: to restore the

resource and production potential of the fishing industry, by creating a favorable economic environment for attracting investments into the implementation of the innovative technologies for intensive aquaculture of pond, garden, river and basin types; to develop the sales infrastructure; to provide the preferential targeted lending to fisheries enterprises for the renewing the basic production facilities and restoring the water bodies suitable for the cultivation of hydrobionts; to establish the integration processes between the fisheries farms and the economic subjects in the fields of plant breeding, livestock breeding and food industry enterprises, which contribute to developing the aquaculture in Ukraine.

СУЧАСНИЙ СТАН ДОБУВАННЯ ТА СПОЖИВАННЯ ВОДНИХ БІОРЕСУРСІВ В УКРАЇНІ

Бургаз М. І. *– к.б.н., доцент,*
Матвієнко Т. І. *– старший викладач,*
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна,
marinaburgaz14@gmail.com, tatyana.matvienko@gmail.com

Основу сталого розвитку рибництва й аквакультури кожної країни формують водні біоресурси та їх ефективне використання. Це важливий ресурс продовольчої безпеки, що визначатиме її стан у найближчому майбутньому з урахуванням останніх глобальних трендів.

Протягом останніх років в Україні відслідковується тенденція до зниження вилову водних біоресурсів, зменшення виробництва власної рибної продукції, зменшення рівня споживання рибної продукції на душу населення з одночасним збільшенням імпортозалежності ринку, що свідчить про відсутність системи сталого розвитку та недостатнього фінансового забезпечення галузі рибного господарства, а саме рибне господарство, як цілісний комплекс, відіграє дуже важливу роль в економіці України.

Мета роботи полягала у з'ясуванні сучасного стану вилову риби та добування водних біоресурсів та аналізу споживання риби та рибних продуктів українцями.

На основі спеціалізованої літератури, нормативно–правових документів, що пов'язані з аквакультурою та зокрема рибним господарством, статистичних даних та наукових праць вчених, присвяченими розвитку рибної галузі України проаналізовано динаміку добування водних біоресурсів загалом та у внутрішніх водних об'єктах, вартісні показники розвитку аквакультури, проаналізовані фонди споживання продуктів харчування українцями за 2021 р.

Досліджені структури обсягів вилову морської та прісноводної риби за основними видами за 2021 р. проаналізовані зміни, що відбулися у структурі вартості виловленої морської та прісноводної риби.

Згідно з даними фонду споживання основних продуктів харчування населенням України за 2021 р. встановлено, що споживання риби і рибних продуктів знаходиться на останньому місці. Це пов'язано низькою купівельною спроможністю населення через зростання цін на рибу та падіння доходів більшості українців.

В результаті проведеного дослідження встановлено, що регулювання рибної галузі України є недостатньо ефективним, створює додаткові регуляторні бар'єри для суб'єктів господарювання, призводить до нерівного доступу до спільного обмеженого ресурсу та нераціонального використання водних об'єктів і водних біоресурсів.

Ключові слова: водні біоресурси, вилов, добування, аквакультура, споживання риби, морська риба, прісноводна риба.

BIBLIOGRAPHY

1. Рибне господарство України. *Z-Украина. Статистика, экономика, політика, персоны*. URL: https://zet.in.ua
2. Стан рибного господарства. *Урядовий портал.* Єдиний веб-портал органів виконавчої влади України. URL: https://www.kmu.gov.ua.
3. Капустинська К. Вилов риби в Україні. *Сьогодні*, 06 жовтня 2019. URL: https://economics.segodnya.ua/ua/economics/enews/v-ukraine-stali-lovit-bolshe-ryby-1340996.html
4. Добування водних біоресурсів за регіонами 2017–2021 рр. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/rg/rg_u/arh_dvbr_reg_u.html
5. Державна служба статистики України. Офіційний сайт. URL: http://www.ukrstat.gov.ua.
6. Burgaz, M. I., Matvienko, T. I., Bezik, K. I., & Soborova, O. M. (2019). The current state of fish market in Ukraine. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(3), 6–10.
7. Burgaz, M. I., Matviienko, T. I., Soborova, O. M., Bezyk, K. I., & Kudelina, O. Y. (2019). The current state of fishing and extracting the living aquatic resources in the Black Sea region of Ukraine. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(3), 23–27.
8. Демчук О. В., Драчева М. В. Современное состояние рыбной отрясли и перспективы развития рынка рыбной продукции в Украине. *Рибне господарство України*. 2013. № 5. С. 47–51.

REFERENCES

1. *Rybne hospodarstvo Ukrainy* [Fisheries of Ukraine]. *Z-Ukraina. Statistika, jekonomika, politika, persony* [Z-Ukraine. Statistics, economics, politics, people]. URL: https://zet.in.ua [in Russian]. (n.d.).
2. *Stan rybnoho hospodarstva* [State of fisheries]. *Government portal.* Official website. URL:https://www.kmu.gov.ua [in Ukrainian]. (n.d.).
3. Kapustynska, K. (2019). *Vylov ryby v Ukraini* [Fishing in Ukraine]. *S'ogodni*, the 6th of October. URL: https://economics.segodnya.ua/ua/economics/enews/v-ukraine-stali-lovit-bolshe-ryby-1340996.html [in Ukrainian].
4. *Dobuvannia vodnykh bioresursiv za rehionamy 2017–2021* [Extraction of aquatic bioresources by region 2017–2021]. State Statistics Service of

Ukraine. Statistical Information. Economic statistics / Economic activity / Agriculture, forestry and fishery. URL: http://www.https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/ operativ2017/rg/rg_e/arh_dvbr_reg_e.html [in Ukrainian]. (n.d.).

5. State Statistics Service of Ukraine. Statistical Information. Economic statistics. URL: http://www.ukrstat.gov.ua [in Ukrainian].
6. Burgaz, M. I., Matvienko, T. I., Bezik, K. I., & Soborova, O. M. (2019). The current state of fish market in Ukraine. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(3), 6–10.
7. Burgaz, M. I., Matviienko, T. I., Soborova, O. M., Bezyk, K. I., & Kudelina, O. Y. (2019). The current state of fishing and extracting the living aquatic resources in the Black Sea region of Ukraine. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(3), 23–27.
8. Demchuk O. V., Dracheva M. V. (2013). *Sovremennoe sostoyanie ry`bnoj otryasli i perspektivy` razvitiya ry`nka ry`bnoj produkczii v Ukraine* [The current state of the fish industry and the prospects for the development of the fish products market in Ukraine]. *Ribne gospodarstvo Ukrayini*, 5, 47–51. [in Russian].

UDC 639.2/.3
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.2

THE STATE OF THE FISH INDUSTRY IN THE WORLD AND IN UKRAINE: DEVELOPMENT TRENDS AND GLOBAL CHALLENGES

Dyudyayeva O. *– Senior Lecturer, Expert on exporting to the EU,*
Kherson Agrarian and Economic University,
dyudyaeva.olga@mail.com

Food systems that use aquatic bioresources are increasingly in the spotlight because they can meet a significant proportion of humanity's nutritional and healthy food needs. It is a physically and financially accessible source of animal protein and trace elements.

The production and distribution of food products from aquatic bioresources is a process not without problems. It is impossible and/or insufficient to take into account serious long-term negative impacts on the fishing industry in strategies for creating healthy, sustainable and fair food systems, especially since Ukraine occupies an important place in the global food chain.

But the prioritization of the development of fisheries and aquaculture today is reflected in the development and implementation of new strategies and policies at the global, regional and national levels, in legislation on reforming food systems.

Climate change and the resulting environmental problems, the loss of biodiversity in natural ecosystems, the consequences of the COVID-19 pandemic, crises and other humanitarian emergencies, and the war in Ukraine pose additional challenges to the global economy.

A better understanding of the impacts of climate change and other natural and anthropogenic shocks may provide opportunities to secure food systems that use aquatic bioresources.

According to FAO forecasts, with proper support of the system of production of food products from aquatic bioresources, using the concept of "blue" transformation, it is possible to ensure a twenty-five percent increase in the consumption of products from aquatic bioresources per capita by 2050 on the basis of sustainability.

Keywords: aquatic bioresources, aquaculture, food security, food chain, "blue" transformation.

Introduction. The climate change and the resulting environmental problems, the loss of biodiversity in natural ecosystems, pose additional challenges to the global economy. There are the destruction of jobs, threats to the environment and food security. These problems have deepened over the past few years as a result of the COVID-19 pandemic, crises and other humanitarian emergencies, as well as the full-scale military invasion of russian troops on the territory of Ukraine. It should be noted that Ukraine occupies an important place in the world food chain.

Today, more than 810 million of the world's population suffer from hunger, and more than 3 billion do not have the opportunity to have healthy food [1]. Therefore, according to the experts of the Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), the requirements for reformatting of agro-food systems in order to provide the world's population with affordable healthy, high-quality and safe food, to create food security under the condition of preserving natural resources and sources of livelihood, are ripe right now.

Products from aquatic bioresources are important products that ensure food security. It is a source of protein, omega-3 fatty acids and bioavailable trace elements. According to FAO forecasts, for the first time world aquaculture production will equal the volume of aquatic bioresources caught in 2023 [2].

Giving priority to the development of the fisheries and aquaculture industry today is reflected in the development and implementation of new strategies and policies at the regional and national levels, legislative acts on reforming food systems. Among them, the Concept of "blue" transformation, which was proposed in February 2021 at the thirty-fourth session of the FAO Committee on Fisheries and it is aimed at the sustainable expansion and development of food systems of food products from aquatic bioresources and providing the population with financially and physically accessible healthy nutrition, solving the issue population employment.

At the same time, with the implementation of conceptual approaches in solving problematic issues, the world community announced some actions as Decade of actions to achieve the Global Goals, Decade dedicated to ocean science for sustainable development, Decade of ecosystem restoration. In addition, FAO has declared 2022 as the International Year of Artisanal Fisheries and Aquaculture.

Over the past 5 years, Ukraine has observed a trend towards a decrease in the catch of aquatic biological resources, a decrease in the production of its own fish products, a decrease in the level of consumption of fish products per capita with a simultaneous increase in the import dependence of the market, which indicates the absence of a system of sustainable development and insufficient financial support for the fisheries in Ukraine. Regulated procedures, outdated legal framework, lack of equal, transparent and non-discretionary access to aquatic biological resources inhibit the development of the industry and do not contribute to improving its investment attractiveness. Global uncertainties (upheavals) caused by natural and anthropogenic phenomena only exacerbate these problems.

Materials and methods. The research was based on the learning of global reports and statistical data of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, analysis of the state of the fisheries industry, which was carried out with the support of projects of European institutions, national and regional reports.

Results and discutions. Food systems that use aquatic bio-resources are increasingly in the spotlight as they can meet a significant proportion of human needs for nutritious and healthy food.

Food products from aquatic bioresources are a physically and financially accessible source of animal proteins and microelements; it plays a vital role in ensuring food security for the population, including its especially vulnerable segments.

Fisheries and aquaculture already provide 58.5 million jobs and income for 600 million people. Trade in products from aquatic bioresources is an important source of hard currency and income for countries and regions that export it.

Today, the contribution of global fisheries and aquaculture to food security and human nutrition is of increasing importance. To maintain this state of the industry in the future, it is necessary to change policies, management systems, use innovative approaches and attract investments. All this will contribute to the sustainable development of the industry.

The volume of world markets in 2020 was about 178 million tons of aquatic biological resources, which consisted of 51 percent of industrial fisheries products (90 million tons) and 49 percent of aquaculture products (88 million tons). This is slightly lower than its maximum value of 179 million tons, which was registered in 2018 (Fig. 1, Table 1).

One hundred and twelve million tons (63 % of the total production) were harvested from marine waters, with 70 % from industrial fisheries and 30 per-

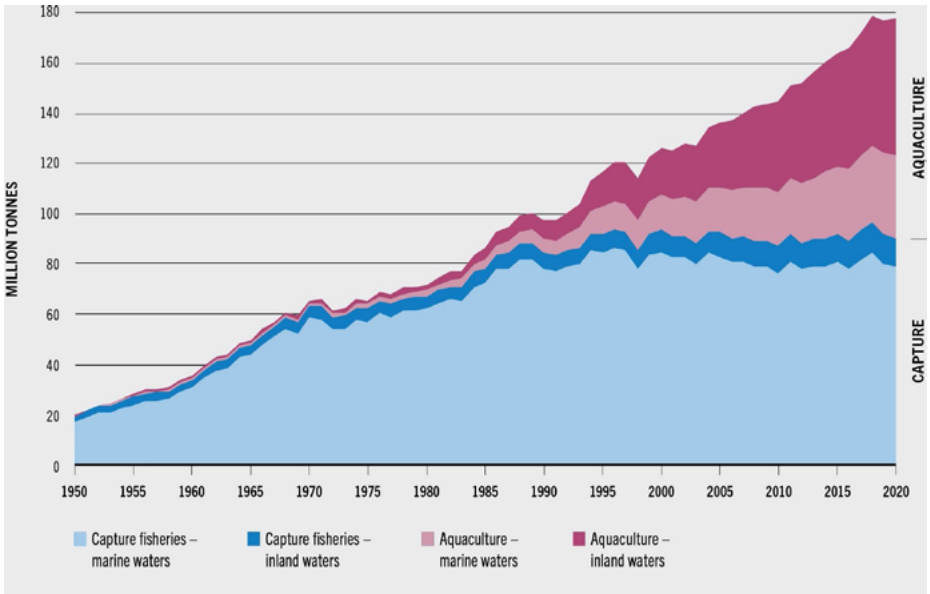


Fig. 1. **World capture fisheries and aquaculture production [1]**

cent from aquaculture. 66 million tons (37 percent) were harvested from inland waters, of which 83 percent are aquaculture products and 17 percent are industrial fisheries products. The total value of world production amounted to about $406 billion, of which industrial fisheries production – $141 billion, aquaculture products – $265 billion.

Table 1. **The world fisheries and aquaculture production, utilization and trade [1]**

Country or territory	Production (average per year)				Production				Percentage of total, 2020
	1980s	1990s	2000s	2010s	2017	2018	2019	2020	
	(million tonnes, live weight)								
China	3.82	9.96	12.43	13.24	13.19	12.68	12.15	11.77	15
Indonesia	1.74	3.03	4.37	5.98	6.56	6.71	6.56	6.43	8
Peru (total)	4.14	8.10	8.07	5.13	4.13	7.15	4.80	5.61	7
Peru (excluding anchoveta)	*2.50*	*2.54*	*0.95*	*1.01*	*0.83*	*0.96*	*1.29*	*1.22*	
Russian Federation	1.51	4.72	3.20	4.28	4.59	4.84	4.72	4.79	6
United States of America	4.53	5.15	4.75	4.89	5.01	4.77	4.81	4.23	5
India	1.69	2.60	2.95	3.55	3.94	3.62	3.67	3.71	5
Viet Nam	0.53	0.94	1.72	2.70	3.15	3.19	3.29	3.27	4
Japan	10.59	6.72	4.41	3.48	3.19	3.26	3.16	3.13	4
Norway	2.21	2.43	2.52	2.30	2.39	2.49	2.31	2.45	3
Chile (total)	4.52	5.95	4.02	2.16	1.92	2.12	1.98	1.77	2
Chile (excluding anchoveta)	*4.00*	*4.45*	*2.75*	*1.40*	*1.29*	*1.27*	*1.23*	*1.27*	
Philippines	1.32	1.68	2.10	1.92	1.72	1.65	1.67	1.76	2
Thailand	2.08	2.70	2.38	1.46	1.30	1.39	1.41	1.52	2
Malaysia	0.76	1.08	1.31	1.46	1.47	1.45	1.46	1.38	2
Republic of Korea	2.18	2.25	1.78	1.56	1.35	1.39	1.41	1.36	2
Morocco	0.46	0.68	0.97	1.28	1.36	1.36	1.44	1.36	2
Mexico	1.21	1.18	1.31	1.42	1.46	1.47	1.42	1.35	2
Iceland	1.43	1.67	1.66	1.20	1.18	1.26	1.04	1.02	1
Myanmar	0.50	0.61	1.10	1.15	1.27	1.15	1.06	1.01	1
Argentina	0.41	0.99	0.94	0.79	0.81	0.82	0.80	0.82	1
Spain	1.21	1.13	0.92	0.96	0.94	0.93	0.88	0.80	1
Oman	0.11	0.12	0.15	0.29	0.35	0.55	0.58	0.79	1
Denmark	1.86	1.71	1.05	0.73	0.90	0.79	0.63	0.73	1
Canada	1.41	1.09	1.01	0.83	0.81	0.81	0.75	0.71	1
Iran (Islamic Republic of)	0.11	0.23	0.31	0.55	0.69	0.72	0.73	0.70	1
Bangladesh	0.18	0.28	0.46	0.61	0.64	0.65	0.66	0.67	1
Total 25 major producers	**50.49**	**66.99**	**65.87**	**63.90**	**64.32**	**67.23**	**63.41**	**63.17**	**80**
Total all other producers	**21.61**	**14.86**	**15.72**	**15.89**	**17.16**	**17.27**	**16.69**	**15.62**	**20**
World total	**72.10**	**81.86**	**81.59**	**79.79**	**81.48**	**84.51**	**80.09**	**78.79**	**100**

More than 157 million tons (89 percent) of harvested aquatic biological resources have been used in the global food chain to ensure food security. And only 20 million tons of bioresources were used for the production of non-food products, including fishmeal and fish oil (Fig. 2).

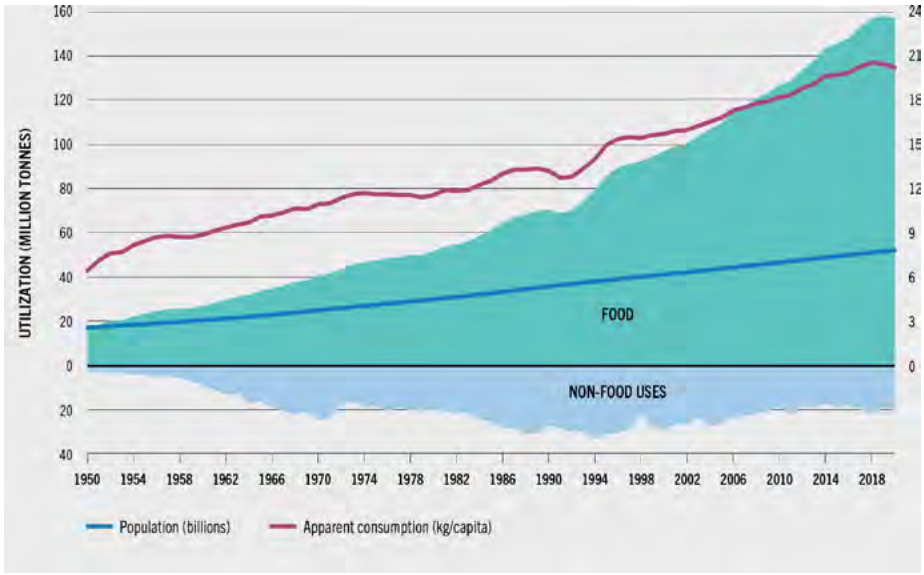


Fig. 2. **The world fisheries and aquaculture production, utilization and apparent [1]**

An analyzing of the volume of the world market for the consumption of food products from aquatic biological resources over the past fifty years, starting from the 70s of the last century and before the onset of the pandemic, we can note a steady increase in consumption, on average, up to 3 percent per year. During the same period, the world's annual population growth rate was almost half that, averaging about 1.6 percent per year. Consumption of food products from aquatic bioresources per capita grew by about 1.4 percent per year and increased from 9.0 kg (in the early 70s) to 20.5 kg (2019). In 2020, there was a slight decrease in this indicator, although the overall trend has not changed. The growth in the consumption of food products from aquatic biological resources per capita in recent decades is explained by the increased supply of these products, changes in consumer preferences and growth in incomes of the population, the introduction of innovations and new technologies.

Food products from aquatic biological resources are one of the most sought-after groups of food products in the world: in 2020 more than 225 states and territories had traded in fish and aquaculture products.

The volume of the world exports of fish products in 2020 amounted about 60 million tons worth $151 billion) (Table 1). This is lower than the highest recorded in 2018 – 67 million tons ($165 billion). Over the entire period have analyzed (1976–2020), the growth in the value of exported fish and aquaculture products was observed from 6.9 to 3.9 percent per year (adjusted for inflation).

Over the past 70 years, the total production of fisheries and aquaculture (excluding algae), as noted above, has grown significantly: from 19 million tons in 1950 to a maximum value of this indicator in 2018 – about 179 million tons. In 2019, production decreased by 1 percent compared to 2018, and in 2020 it slightly increased again and reached 178 million tons.

A slight drop in the industry over the past two years have dued to a number of reasons, including the deterioration in the industrial fishing sector, the reduction in recent years of catches in China, the world leader in this industry, COVID-19 pandemic (early 2020).

However, over the same two years, the growth in aquaculture production continued, which ensured the growth of the total volume of the fisheries and aquaculture industry over the entire analyzed period, especially since the late 1980s. Although this happened with some fluctuations and even with a slowdown (up to more than 3 percent).

The slowdown in the growth of aquaculture production is also due to a number of factors. Among them are changes in industry development policies aimed at protecting the environment, sanitary measures and restrictions related to COVID-19, which also affected on the production for export markets and reduced access to labor, related materials and inputs (feed, planting material), there were violations of logistics, transport and trade links.

However, with the development of aquaculture in the past few decades, inland production has also increased. And, while during the 1950s–1980s, the share of fisheries and aquaculture production produced in inland waters remained relatively stable (about 12 percent), in the next few decades it increased significantly (in the 1990s – 18 percent, in the 2000s – 28 percent, and in the 2010s – 34 percent).

However, the main source of production and the main method of production of certain species remains industrial fisheries in marine waters. For several decades, the volume of marine industrial fisheries has steadily increased, and since the late 1980s has remained stable at about 80 million tons, although with slight fluctuations within 3–4 million tons per year.

The general trend of the industry and the total production of fisheries and aquaculture have increased significantly over the past few decades on all continents (Fig. 3).

But there are significant differences between continents, regions and countries. For example, in 2020, most products were produced in Asian countries.

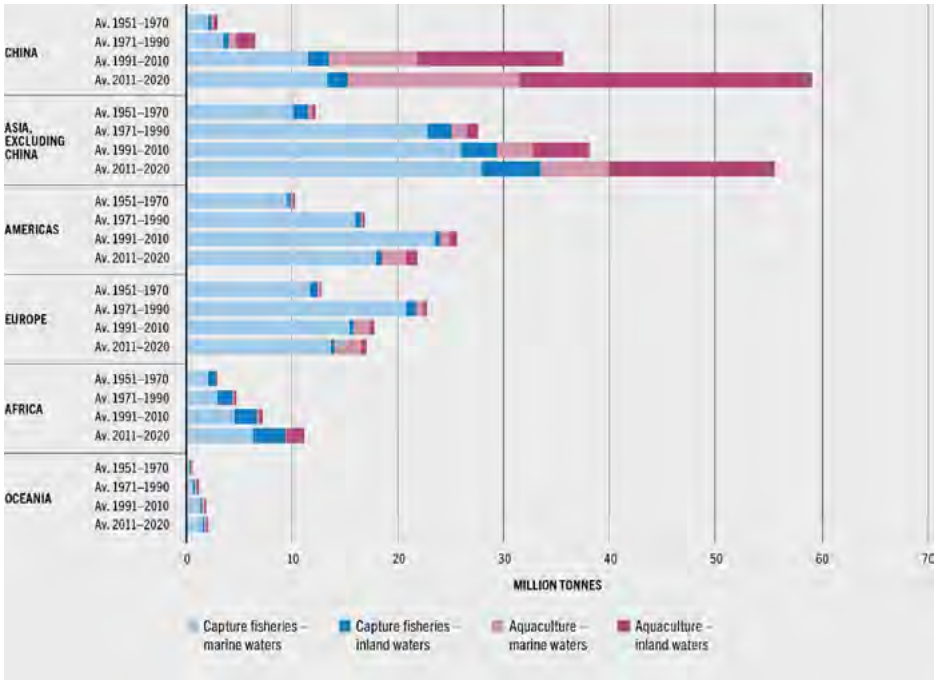


Fig. 3. **Region's distribution of the global production of capture fisheries and aquaculture products [1]**

They accounted about 70 percent of total fisheries and aquaculture production. Then there are the countries of North and South America (12 percent), Europe (10 percent), Africa (7 percent) and Oceania (1 percent).

In Europe, the volume of fisheries and aquaculture production has been gradually declining since the late 1980s, then growing at a modest pace for several years. Having reached a maximum in 2018, it began to decline again. In the Americas, volume peaked in the mid-1990s and then rose and fell several times. In Africa and Asia, this figure has almost doubled over the past 20 years.

In 2020, five countries accounted for about 58 percent of aquatic bioresources harvested from the global fisheries and aquaculture sector. China remained in first place in terms of production volume (35 percent of the total); it was followed by India (8 percent), Indonesia (7 percent), Viet Nam (5 percent) and Peru (3 percent).

Production volumes vary considerably between the various major fishing areas. This depends on various factors, including the level of development of the countries surrounding these areas, fisheries and aquaculture management measures in place, the amount of illegal and unregulated fishing, the status of fish stocks, the availability and quality of inland waters, and the species composition of the organisms harvested.

A large number of different fish species are caught each year, with numbers and species composition varying by region. Moreover, for example, in 2020, the volumes of aquatic biological resources caught in marine areas slightly exceeded the volumes of freshwater fish caught.

As noted earlier, China is the leader in the production of products from aquatic bioresources and retains the first place in the production of industrial fish products (Fig. 4). In 2020, it accounted for almost 15 percent of the catch, more than the countries, which are on the second and the third positions combined.

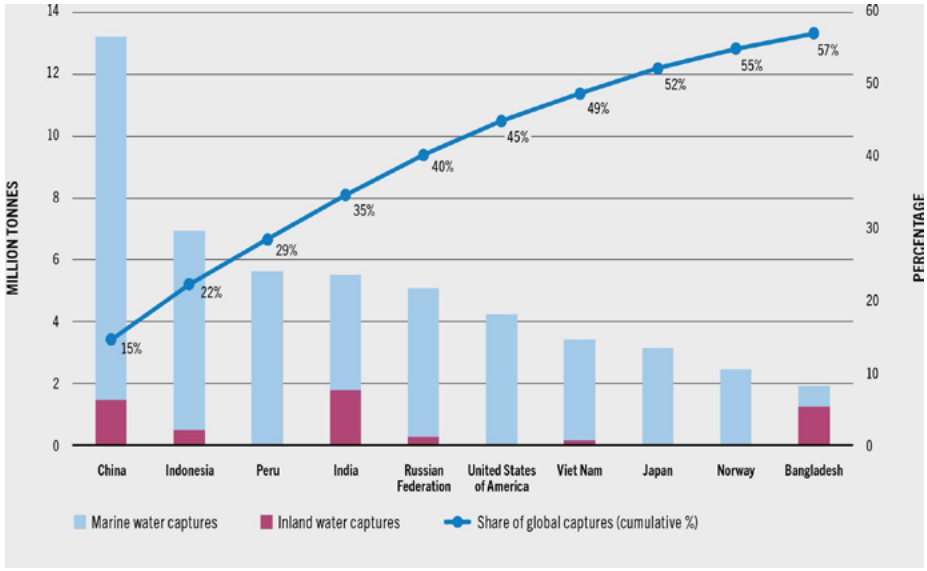


Fig. 4. **TOP-10 countries with the highest production volume capture producers, 2020 [1]**

The top seven manufacturers of industrial fishery products (China, Peru, the Russian Federation and the United States of America, Vietnam, Indonesia, and the United States of America) supplied almost 49 percent of their products to world markets, while the top 20 producers accounted for over 73 percent (Table 2).

Over the past ten years, several factors have negatively affected the development of the industry. The first major challenge for the worldwide industry was the pandemic COVID-19, which had an unprecedented impact. There has been a change and a decrease in consumer demand, disruption of logistics and trade chains, which were caused by failures associated with the tightening of measures. Failures were observed, both in production and in control, in order to prevent the spread of the virus: the closure of markets, shops, restrictions on movement, requirements to maintain certain physical distances, and others. The closure of retail facilities led to a decrease in consumer demand for fish

products and, as a result, a decrease in prices for it. Many business entities involved in the industry have had to suspend or reduce their activities. Difficulties in marketing products (listed above, plus increased transport costs) have reduced the production of fishery and aquaculture products for export compared to the production of products for the domestic consumer market, and increased feed costs.

Table 2. **The major producing countries and territories in marine capture production**

Country or territory	Production (average per year)				Production				Percentage of total, 2020
	1980s	1990s	2000s	2010s	2017	2018	2019	2020	
	(million tonnes, live weight)								
China	3.82	9.96	12.43	13.24	13.19	12.68	12.15	11.77	15
Indonesia	1.74	3.03	4.37	5.98	6.56	6.71	6.56	6.43	8
Peru (total)	4.14	8.10	8.07	5.13	4.13	7.15	4.80	5.61	7
Peru (excluding anchoveta)	*2.50*	*2.54*	*0.95*	*1.01*	*0.83*	*0.96*	*1.29*	*1.22*	
Russian Federation	1.51	4.72	3.20	4.28	4.59	4.84	4.72	4.79	6
United States of America	4.53	5.15	4.75	4.89	5.01	4.77	4.81	4.23	5
India	1.69	2.60	2.95	3.55	3.94	3.62	3.67	3.71	5
Viet Nam	0.53	0.94	1.72	2.70	3.15	3.19	3.29	3.27	4
Japan	10.59	6.72	4.41	3.48	3.19	3.26	3.16	3.13	4
Norway	2.21	2.43	2.52	2.30	2.39	2.49	2.31	2.45	3
Chile (total)	4.52	5.95	4.02	2.16	1.92	2.12	1.98	1.77	2
Chile (excluding anchoveta)	*4.00*	*4.45*	*2.75*	*1.40*	*1.29*	*1.27*	*1.23*	*1.27*	
Philippines	1.32	1.68	2.10	1.92	1.72	1.65	1.67	1.76	2
Thailand	2.08	2.70	2.38	1.46	1.30	1.39	1.41	1.52	2
Malaysia	0.76	1.08	1.31	1.46	1.47	1.45	1.46	1.38	2
Republic of Korea	2.18	2.25	1.78	1.56	1.35	1.39	1.41	1.36	2
Morocco	0.46	0.68	0.97	1.28	1.36	1.36	1.44	1.36	2
Mexico	1.21	1.18	1.31	1.42	1.46	1.47	1.42	1.35	2
Iceland	1.43	1.67	1.66	1.20	1.18	1.26	1.04	1.02	1
Myanmar	0.50	0.61	1.10	1.15	1.27	1.15	1.06	1.01	1
Argentina	0.41	0.99	0.94	0.79	0.81	0.82	0.80	0.82	1
Spain	1.21	1.13	0.92	0.96	0.94	0.93	0.88	0.80	1
Oman	0.11	0.12	0.15	0.29	0.35	0.55	0.58	0.79	1
Denmark	1.86	1.71	1.05	0.73	0.90	0.79	0.63	0.73	1
Canada	1.41	1.09	1.01	0.83	0.81	0.81	0.75	0.71	1
Iran (Islamic Republic of)	0.11	0.23	0.31	0.55	0.69	0.72	0.73	0.70	1
Bangladesh	0.18	0.28	0.46	0.61	0.64	0.65	0.66	0.67	1
Total 25 major producers	**50.49**	**66.99**	**65.87**	**63.90**	**64.32**	**67.23**	**63.41**	**63.17**	**80**
Total all other producers	**21.61**	**14.86**	**15.72**	**15.89**	**17.16**	**17.27**	**16.69**	**15.62**	**20**
World total	**72.10**	**81.86**	**81.59**	**79.79**	**81.48**	**84.51**	**80.09**	**78.79**	**100**

At the end of 2019 and the beginning of 2020 such challenges for the industry were especially tangible at the initial stage of the pandemic, when society was not ready for it.

The consequences caused by the pandemic have affected the development of the industry unevenly in different countries and even regions. Thus, in a number of countries, in the first months, the production of fish and aquaculture products declined sharply, but after a while the industry adapted to the current situation and its condition began to improve. The reduction in production was observed in the countries of Asia, Africa, Europe and Oceania. Even in some regions of the United States of America, catches have been reduced by up to 40 per cent. This was especially noticeable in the volumes of catches of those fish species that were intended for export.

In addition, the processes of control and monitoring of the activities of business entities, both public (state) and private companies, and the collection of operational and statistical data have become more complicated.

The next factor, no less tangible that influenced the development of the industry, was the processes associated with climate change. The Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) confirms that global warming is accelerating and highlights that it has already led to irreversible changes [3].

The Glasgow Climate Pact, which was adopted at the twenty-sixth session of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change [4], indicates the need for long-term and rapid action to mitigate and adapt to climate change in the fisheries and aquaculture sector. It is noted that climate change affects the characteristics of aquatic ecosystems that have a significant impact on fisheries and aquaculture (temperature increase, changes in precipitation patterns and oxygen levels in the water). Aquatic ecosystems have the ability to accumulate carbon in large quantities, which creates stress factors in the regulation of fisheries and the development of aquaculture.

Climate change is challenging the fisheries and aquaculture sector in a whole new format and prompting its participants to offer integrated innovative solutions focused on technical, political and market transformations. Among the sector adaptation recommendations developed by FAO are the actions carried out as part of the Blue Transformation.

With the assistance of FAO, projects are being implemented, information systems are being developed and implemented that are focused on early warning and reduction in the number of adverse events, prompt support in extreme situations, including, for example, the creation of ocean forecasting systems to help the maritime industries [1].

Fisheries and aquaculture account for only a small proportion of the world's carbon emissions. However, there are decarbonization technologies in the sec-

tor, including the entire value chain. This is especially important for small and medium-sized businesses that operate in the aquaculture sector. However, due to the high cost of decarbonization technologies, access to and scaling up of their use is possible with the introduction of financial schemes (affordable credit), incentive measures and policies that will promote the adoption of clean technologies and the use of clean energy sources in all segments of the value chains.

It should be noted that all recent decisions on climate change issues have clearly identified the place of fisheries and aquaculture and their contribution to global adaptation and mitigation efforts relevant to the sector. However, freshwater fisheries and aquaculture have not received enough attention in international discussions of these issues.

Another, completely unexpected and unforeseen uncertainty (challenge) in global value chains and trade appeared in early 2022 with a full-scale russian military invasion of Ukraine.

Prices for energy and inputs, including feeds, have risen. Operating expenses increased, which led to higher prices for fisheries and aquaculture products. The disruption of transport and logistics links (flight cancellations and/or re-routing) has placed additional pressure on the cargo transportation system and led to disruptions in supply chains and delivery delays.

The system of international sanctions, geopolitical changes have affected trade relations between the participants in this sector, especially large ones (United States of America, Europe, China, russian federation) and, quite objectively, will have a serious impact on the fisheries and aquaculture sector.

Before the war, the total volume of fisheries and aquaculture production in Ukraine was 87.0 thousand tons, of which 26.7 thousand tons were harvested in inland waters, 41.9 thousand tons in sea waters and 18.5 thousand tons from aquaculture facilities.

Fishing was carried out in the Black and Azov Seas within the economic zone of Ukraine. And also, partially, in the waters of the Atlantic and Pacific (Antarctic part) oceans. Only in the internal waters of the Black and Azov Seas in 2020, about 21.0 thousand tons of products were caught [5].

According to the State Fisheries Agency of Ukraine, the catch was carried out by more than 1,300 vessels, more than 4,000 thousand business entities were registered. Moreover, most of them are small and medium-sized businesses.

Consumption of fish products by the population of Ukraine is far behind the world average and is about 12–13 kg per person per year. Moreover, this is ensured mainly by importing fish products from a number of European countries (up to 31 % of products come from Norway).

The first negative trends in the industry appeared after the annexation of the Crimea in 2014, as a number of enterprises were located in the occupied territory. By 2021 the volume of catches has decreased to 74 thousand

tons, the number of specialized enterprises has decreased to 300, including due to the impossibility of auctions. Imports of fish products in 2021 amounted to 435 thousand tons compared to 13 thousand tons of exports [6].

After the start of a full-scale military invasion of russia on the territory of Ukraine, most of the berths and ports were closed due to constant risks to the activities, health and life of fishermen. Fishing in sea waters was suspended. Inland fisheries have also suffered. Today catch volumes are only about 30 percent of prewar volumes. In the Kherson and Zaporozhe regions, which are still partially occupied, fishing has been completely suspended. Due to the ongoing hostilities, there are interruptions in the provision of fish planting material, feed, energy resources, problems with water supply, and destruction of the infrastructure of enterprises, disruption of logistics and trade chains, and difficulty in importing fish products.

According to preliminary data, as of November 1, 2022, the Ukrainian fishing industry suffered a loss of $ 47 million losses due to the aggression of the russian federation: $ 21.6 million losses in aquaculture and $ 25.4 million – on industrial fishing.

According to the Ministry of Agriculture Police in 2022 industrial fisheries in the country's reservoirs due to the armed aggression of the russian federation significantly decreased compared to 2021. During 2022 only 33.8 thousand tons of aquatic biological resources were extracted by the enterprises of the fishing industry of Ukraine, which is 46 % of the corresponding indicator of 2021. As mentioned, fishing in the Azov and Black Seas was actually blocked, with the exception of certain areas within Mykolaiv and Kherson regions.

As a result, in 2022 only 10,100 tons of aquatic bioresources were extracted by industrial fishermen in fisheries water bodies and on the continental shelf of Ukraine, which is three times less than the figure of the previous year. In particular, 9.95 thousand tons of biological resources were caught in internal reservoirs (a decrease of 44 %). In the Black Sea, only 76 tons were caught (0.9 % of the 2021 figure), and in the Azov Sea, which is now fully controlled by Russia, only 24 tons were caught before the occupation (0.5 % of last year's volume).

In turn, fishing outside the jurisdiction of Ukraine in the area of the Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources was prematurely stopped due to the introduction of martial law in Ukraine, which complicated the process of replacing the crew of the vessel [7].

The occupiers continue to destroy living conditions and the number of fish, violating the long-term results of large-scale stocking and measures to protect aquatic biological resources. At the beginning of January 2023, as a result of the shelling by the russian military of the coastal part of Kherson and the water area of the Dnipro River, a mass destruction of bighead seabream was recorded. The losses calculated by the fish guards amounted to approximately UAH 390 million.

In the middle of January, as a result of a significant decrease in the water level in the Kakhovsky Reservoir, aquatic biological resources were massively killed, which is a direct risk of disruption of spring spawning in this reservoir. The decrease in water levels occurred due to damage to the Kakhovka hydroelectric power plant as a result of shelling by the russian army. Estimated losses caused to the fishing industry amount to about UAH 107 million.

The commercial catch of marine species (cod, goby, sprat, shrimp, etc.), which accounted for a significant share of the fisheries in previous years, decreased to a minimum in 2022.

According to preliminary analyzes of experts, the costs of the industry in the first year of the war alone amounted to over $70 million. Although this figure does not reflect the costs that the industry still expects at the post-war stage of its recovery, and losses in the form of the export component of the budget. In addition to Ukraine, the Russian military intervention has caused significant damage to other countries engaged in marine fishing in the Black Sea due to the presence of dangerous explosives and unexploded mines and other projectiles. The system of control, monitoring, and scientific research has been disrupted.

It can be assumed that the ongoing invasion and hostilities will have long-term consequences in terms of trade, prices, logistics, production, investment, economic growth and livelihoods. This war will have a serious indirect impact on food security not only in Ukraine, but also in many other countries, and will have serious consequences for the fisheries and aquaculture sector.

Such countries, as Norway, Iceland, Canada, USA, that imported fish products to Ukraine, will have to look for additional markets for their products.

As already mentioned above, fish farming is an important element of food security, including in Ukraine. However, over the years, problems have accumulated in the regulation of the industry's activities, which prevent it from realizing its full potential. The development of aquaculture in Ukraine remains weak. In particular, in contrast to world trends, the production of aquaculture products in Ukraine does not exceed commercial fishing.

But we can talk about the restoration and development of fishing in Ukraine only after the end of the war and demining of the seas and coastal areas [8].

But already today, the state policy in the field of fisheries is aimed at ensuring the creation of prerequisites for the development of the industry, the introduction of innovative methods for state management in this area, as well as the reduction of corruption risks and the simplification of business conditions for subjects of the fishery [9].

Thus, in December 2022, during a meeting of the Committee of the Verkhovna Rada of Ukraine on Agrarian and Land Policy, the draft Law of Ukraine "On Attracting Investments in the Development of Fisheries Industry" was considered.

The implementation of this draft law will allow creating new investment legislation for the development of the fishing industry, introducing mechanisms of equal access to the resource, while attracting additional funds to the market for its development. The implementation of effective and rational use of aquatic biological resources in the relevant fisheries water bodies, increase of their fish productivity, preservation of the natural environment, as well as transparency, equality and competitiveness are foreseen.

The Food and Agricultural Organization of the United Nations introduced a special term – "culture based fisheries". It means fisheries based on aquaculture, in other words – on stocking. It is in this direction that Ukraine can act as a leader, as a country producing valuable competitive fish products [10].

Despite global trends, in Ukraine, as in other countries of the world, there is some stagnation of production in the fishing industry. There are both objective and subjective reasons for this, including those discussed in this article. But, from the experience of successful countries, it is known that each country has certain resources and potential that allow it to effectively find its niche in the aquaculture sector and successfully compete in the conditions of globalization of production.

With the aim of implementing real steps in the development of the fishing industry of Ukraine and in the field of aquaculture, improving state regulation, conservation and rational use of aquatic biological resources, the above-mentioned draft law was submitted for consideration [11].

Conclusions. On the example of the factors discussed above, the production and distribution of food products from aquatic biological resources is a process that is not without problems. Strategies for healthy, sustainable and equitable food systems cannot and/or are not sufficient to take full account of the serious long-term negative impacts on the industry.

The FAO Committee on Fisheries (COFI) Declaration on Sustainable Fisheries and Aquaculture (2021) identified priority areas for further transformation of fisheries and aquaculture and set the vision for the sector in the 21st century. The vision is to transform water-based food systems from a problem area to a source of solutions for food security and nutrition, environmental and social well-being. This transformation has been associated with a "blue" transformation, which uses existing and new knowledge, tools and practices to ensure and maximize the contribution of food systems (both marine and inland) that use aquatic bioresources to food security, nutrition and affordable healthy diets.

A better understanding of the impacts of climate change and other natural and human-induced shocks can also create opportunities to secure food systems that rely on aquatic bioresources.

In the short term, the biggest challenges are related to the COVID-19 pandemic and its aftermath, as global value chains and trade have yet to fully recover, as well as the military actions in Ukraine by the Russian Federation.

In addition, the next decade is likely to see major changes in the environment, resource availability, international trade rules and market conditions that could affect production, markets and trade in the medium term, including the fish industry.

According to FAO forecasts, with the appropriate support of the aquatic food production system, using the concept of "blue" transformation, it is possible to achieve a twenty-five percent increase in the consumption of aquatic bioresources per capita by 2050 in a sustainable manner.

СТАН РИБНОЇ ГАЛУЗІ В СВІТІ ТА УКРАЇНІ: ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТА ГЛОБАЛЬНІ ВИКЛИКИ

Дюдяєва О. *– старша викладачка, експерт з експорту до ЄС,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет
dyudyaeva.olga@mail.com

Продовольчі системи, в яких використовуються водні біоресурси, все частіше опиняються в центрі уваги, оскільки вони здатні задовольнити значну частку потреб людства у поживній та здоровій їжі. Це фізично та фінансово доступне джерело тваринного білку та мікроелементів.

Виробництво та розподіл харчової продукції з водних біоресурсів – процес, не позбавлений проблем. У стратегіях створення здорових, стійких та справедливих продовольчих систем неможливо та/або не достатньо в повному обсязі враховувати серйозні довгострокові негативні впливи на рибну галузь, тим більше, що Україна посідає важливе місце у світовому харчовому ланцюжку.

Але надання пріоритетності розвитку галузі риболовства та аквакультури сьогодні знайшло відображення у розробці та впровадженні нових стратегій і політик на глобальному, регіональному та національному рівнях, у законодавчих актів щодо реформування продовольчих систем.

Зміни клімату та викликані цим екологічні проблеми, втрата біорізноманіття в природних екосистемах, наслідки пандемії COVID-19, кризи та інші надзвичайні гуманітарні ситуації, війна в Україні несуть додаткові виклики світовій економіці. Більш глибоке розуміння впливу зміни клімату та інших природних та антропогенних потрясінь може створити можливості для забезпечення безпеки продовольчих систем, в яких використовуються водні біоресурси.

За прогнозами ФАО, за належної підтримки системи виробництва харчової продукції з водних біоресурсів, з використанням концепції «блакитної» трансформації, можна забезпечити двадцятип'ятивідсоткове зростання споживання продукції з водних біоресурсів на душу населення до 2050 року на засадах стійкості.

Ключові слова: водні біоресурси, аквакультура, харчова безпека, харчовий ланцюжок, «блакитна» трансформація.

BIBLIOGRAPHY

1. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) – 2022. On the way to "blue transformation". FAO. Rome, Italy. 2022. 266 p.

2. Макеева Ю. ФАО: производство мировой аквакультуры сравняется с объемом вылова в 2023 году. *Ветеринарія та життя*. 22 сентября 2022. URL: https://vetandlife.ru/sobytiya/fao-proizvodstvo-mirovoj-akvakultury-sravnyaetsya-s-obemom-vylova-v-2023-godu/
3. United Nations Environment Programme (2022). Emissions Gap Report 2022: The Closing Window – Climate crisis calls for rapid transformation of societies. Nairobi. URL: https://www.unep.org/emissions-gap-report-2022
4. UNFCCC. (2021). Decision CP. 26 Glasgow Climate Pact. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cop26_auv_2f_cover_decision.pdf.
5. Башняк Г., Дуплій Н., Литвиненко Л., Присяжнюк І., Яремчук П. Зелена книга «Аналіз рибної галузі України». Офіс ефективного регулювання BRDO. 2020. Київ. 228 с. URL: regulation.gov.ua_GB_fish
6. Рибне господарство: від дна відштовхнулися. Яких змін потребує рибна галузь, щоб наростити обсяги виробництва? *Європейська правда.* 09 лютого 2022. URL: https://www.epravda.com.ua/columns/2022/02/9/682198/
7. Вылов рыбы в Украине в 2022 году радикально упал из-за войны: какие показатели в каждом сегменте. *Delo.ua.* 02 марта 2023. URL: https://delo.ua/agro/vilov-ribi-v-ukrayini-v-2022-roci-radikalno-vpav-cerez-viinu-yaki-pokazniki-v-koznomu-segmenti-411999/
8. Янковський О., Бадюк О. Браконьєрство процвітає. Фахівці про те, як росія та розв'язана нею війна знищує рибну галузь України. *Радіо Свобода*. 14 березня 2023. https://www.radiosvoboda.org/a/novyny-pryazovya-viyna-rfukrayina-rybalstvo-brakonyery/32315673.html
9. Про перспективи залучення інвестицій у розвиток галузі рибного господарства. Офіційний сайт Державного агентства меліорації та рибного господарства України. 14.12.2022. URL: https://darg.gov.ua/_pro_perspektivi_zaluchennja_0_0_0_12243_1.html
10. Реформування галузі рибного господарства та меліорації. *Укрінформ.* 10 січня 2023. URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-presshall/3647705-reformuvanna-galuzi-ribnogo-gospodarstva-ta-melioracii.html
11. На шляху фундаментальних змін у рибній галузі. *Офіційний сайт Державного агентства меліорації та рибного господарства України.* 17 березня 2023 року. URL: https://minagro.gov.ua/news/derzhribagentstvo-na-shlyahu-fundamentalnih-zmin-u-ribnij-galuzi

REFERENCES

1. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) – 2022. On the way to "blue transformation". FAO. Rome, Italy. 2022.
2. Makeeva Ju. (2022). *FAO: proizvodstvo mirovoj akvakul'tury sravnjaetsja s ob#emom vylova v 2023 godu* [FAO: world aquaculture production will equal the catch in 2023]. *Veterinary medicine and life*, 22.09.2022. URL:

https://vetandlife.ru/sobytiya/fao-proizvodstvo-mirovoj-akvakultury-sravnyaetsya-s-obemom-vylova-v-2023-godu/ [in Russian].
3. United Nations Environment Programme (2022). Emissions Gap Report 2022: The Closing Window – Climate crisis calls for rapid transformation of societies. Nairobi. URL: https://www.unep.org/emissions-gap-report-2022
4. UNFCCC. 2021. Decision / CP. 26 Glasgow Climate Pact. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cop26_auv_2f_cover_decision.pdf
5. Bashnjak G., Duplij N., Lytvynenko L., Prysjazhnjuk I., Jaremchuk P. (2020). *Zelena knyga "Analiz rybnoi' galuzi Ukrai'ny"* [Green book "Analysis of the fishery of Ukraine"]. Office of Effective Regulation BRDO. Kyiv. URL: regulation.gov.ua_GB_fish [in Ukrainian].
6. *Rybne gospodarstvo: vid dna vidshtovhnulysja. Jakyh zmin potrebuje rybna galuz', shhob narostyty obsjagy vyrobnyctva?* [Fisheries: pushed off from the bottom. What changes does the fishing industry need to increase production volumes?]. *European pravda.* 09.02.2022. URL: https://www.epravda.com.ua/ columns/2022/02/9/682198/ [in Ukrainian].
7. *Vylov ryby v Ukraine v 2022 godu radikal'no upal iz-za vojny: kakie pokazateli v kazhdom segmente* [Fish catch in Ukraine in 2022 fell drastically due to the war: what are the indicators in each segment]. *Delo.ua*. 02.03.2023. URL: https://delo.ua/agro/vilov-ribi-v-ukrayini-v-2022-roci-radikalno-vpav-cerez-viinu-yaki-pokazniki-v-koznomu-segmenti-411999/ [in Russian].
8. Jankovs'kyj O., Badjuk O. *Brakon'jerstvo procvitaje. Fahivci pro te, jak rosija ta rozv'jazana neju vijna znyshhuje rybnu galuz' Ukrai'ny* [Poaching flourishes. Fahivtsi about those, like Russia, that rozvyazan she roznischuyu ribnu galuzi Ukraine]. *Radio Svoboda.* March the 14th, 2023. URL: https://www.radiosvoboda.org/a/novyny-pryazovya-viyna-rfukrayina-rybalstvo-brakonyery/32315673.html [in Ukrainian].
9. *Pro perspektyvy zaluchennja investycij u rozvytok galuzi rybnogo gospodarstva* [About the prospects for investing in the development of the fish industry]. Official website of the State Agency for Land Reclamation and Fishery of Ukraine. December the 14th, 2022. URL: https://darg.gov.ua/_pro_ perspektivi_zaluchennja_ 0_0_0_12243_1.html [in Ukrainian].
10. *Reformuvannja galuzi rybnogo gospodarstva ta melioracii'* [Reforming the fisheries and land reclamation industry]. *Ukrinform.* January the 10th, 2023. URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-presshall/3647705-reformuvanna-galuzi-ribnogo-gospodarstva-ta-melioracii.html [in Ukrainian].
11. *Na shljahu fundamental'nyh zmin u rybnij galuzi* [On the path of fundamental changes in the fishing industry]. Official website of the State Agency for Land Reclamation and Fishery of Ukraine. March the 17th, 2023. URL: https://minagro.gov.ua/news/derzhribagentstvo-na-shlyahu-fundamentalnih-zmin-u-ribnij-galuzi [in Ukrainian].

УДК 635.152:631.589.2 : 631.544.4
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.3

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ РЕДИСУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ В СИСТЕМАХ БІОЛОГІЧНОЇ ГІДРОПОНІКИ

Ковальов М. М. *– к.с.-г.н.,*
Центральноукраїнський національний технічний університет,
Nicolaskov80@gmail.com

У статті експериментально досліджено та обґрунтовано особливості формування врожаю редису вітчизняних та зарубіжних гібридів в умовах плівкової теплиці Північного Степу України. Проведено дослідження з підвищення врожайності виробництва редису гібридів вітчизняної та закордонної селекції, проведено оцінку раннього стеблування при вирощуванні у весняній та літній сівозмінах, а також інтенсивної світло культури IV світлової зони України. Доведено доцільність вирощування досліджених гібридів вітчизняної та зарубіжної селекції при вирощуванні в умовах наростаючого світлового дня та короткочасного впливу знижених температур у нічний час.

У результаті аналізу експериментальних даних процесів росту і розвитку рослин досліджуваних гібридів редису вітчизняної та зарубіжної селекції, найбільш чутливі до фотоперіоду в усіх умовах вирощування редису знаходилися серед гібридів Крижана бурулькаF$_1$ та Селеста F$_1$, зразки гібриду Осінній Гігант – в умовах весняної сівозміни, гібриду Вієнна F$_1$ округлої форми коренеплоду – в умовах літньої сівозміни та інтенсивної світлокультури, гібриду Хелена F$_1$ в умовах інтенсивної світлокультури. Зразки редису, найбільш чутливі до фотоперіоду, належали до гібридів з білим та жовтим забарвленням коренеплоду. Нейтральні до фотоперіоду гібриди редису виробництва Enza Zaden: Вієнна F$_1$, Хелена F$_1$ та Ескала F$_1$.

Найменшу кількість товарних коренеплодів формували зразки гібриду Крижана бурулька F$_1$, у рослин відзначалося неодночасне формування коренеплоду та швидкий перехід у фазу стеблування. У зразків гібриду Хелена F$_1$ з білим циліндричним кінчиком відзначалося швидке утворення порожнин в м'якоті коренеплоду після досягнення ним технічної стиглості, що значно знижувало їх товарність. Округлі зразки рожево-червоного гібриду Вієнна F$_1$ мали значні коливання товарності – від 50 до 95%, що є різною реакцією на умови вирощування. Зразки гібриду Злата F$_1$ мали щільну соковиту м'якоть, не були схильні до раннього стеблування та досить довго зберігали свої товарні якості.

Ключові слова: біологічна гідропоніка, редис, плівкова теплиця, товарність, врожайність.

Постановка проблеми. Вдосконалення технологій органічного вирощування овочів в умовах регульованої агроекосистеми є одним з досить перспективним напрямом сучасного овочівництва захищеного

ґрунту. Першорядним стає завдання розробки принципово нових екологічно чистих ресурсів та енергозберігаючих агротехнологій закритого ґрунту, що забезпечують цілорічне виробництво високоякісної рослинної продукції з мінімальним вмістом нітратів, солей важких металів та інших шкідливих домішок [1, с. 16].

Питання отримання екологічно безпечної продукції овочівництва в умовах інтенсивної світлокультури найповніше може бути забезпечене шляхом розробки складу поживних розчинів для органічної гідропоніки –в умовах регульованої агроекосистеми. Такі збалансовані системи є фізичними моделями збалансованих природних екосистем і можуть бути використані для створення екологічно чистого цілорічного виробництва овочевої продукції в умовах захищеного ґрунту [2, с. 25].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Редис, так само як інші овочеві культури – цибуля, салат, кріп та дворядка тонколиста є однією з ранніх культур для 4 світлової зони України. Вирощування на різних типах гідропонних систем дозволяє отримувати врожай редису цілий рік, при цьому коренеплід буде позбавлений гіркоти, соковитим та смачним [3, с. 105]. Але вирощування коренеплодів за допомогою гідропонних систем має свої специфічні особливості у порівнянні з ґрунтовим методом, які взаємопов'язані з вимогами до мікроклімату, та власне до складу поживного розчину [4, с. 54].

У науковій та виробничій літературі можна знайти безліч рецептів поживних розчинів, розроблених для використання при культивуванні різних видів овочевих рослин. Різні, за вмістом поживних елементів, типом розчинів були спрямовані на задоволення індивідуальних потреб рослин, що вирощуються в тих чи інших хімічних елементах, а також на забезпечення довготривалості використання розчинів, стійкості в часі їх pH та інших параметрів. Найбільш відомими є розчини запропоновані Кнопом, Хогландом та Арноном, Жеріком, Чесноковим, Алієвим, поживний розчин, що застосовується в Каліфорнійському університеті, розчин експериментальної станції в Нью-Джерсі. За своїм характером вони мало чим відрізняються один від одного, оскільки складені на основі загальних принципів приготування розчинів [5, с. 30].

Вирощування овочів за допомогою методів органічної гідропоніки або біопоніки – гібридний метод, який поєднує принципи гідропоніки та органічного вирощування. Тому важливим компонентом поживного розчину є кисень [6, с. 69].

Методика проведення досліджень. Метою досліджень визначення впливу умов вирощування на ріст, розвиток та урожайність редису при вирощуванні методом біологічної гідропоніки в умовах регульованої агроекосистеми.

Облік урожайності редису проводили окремо за варіантами та повтореннями. Важливим є встановлення ступеню впливу матеріалу субстрату на формування рослин, а саме за рахунок зміни біометричних параметрів редису [7, с. 14]. У наших експериментальних досліджень вивчалися гібриди виробництва Enza Zaden, Нідерланди: Селеста F_1, Хелена F_1, Ескала F_1 та Вієнна F_1, а також виробництва Геліос, Україна: Моховський F_1, Осінній Гігант F_1, Крижана бурулька F_1 та Злата F_1. Посів насіння редису проводили у гідропонні горщики об'ємом 125 $см^3$ на субстрат – спінене скло, покрите плівкою з каолінової глини + ЕМ компост [8, с. 41]. Для збільшення активної поверхні дотику кореневих систем рослин із супутньою мікрофлорою, спінене скло замочували в суспензії каолінової глини, потім висушували. Склад плівки –3 л ЕМ компосту та 2 л каолінової глини забезпечував створення більш комфортного середовища для розвитку кореневої системи рослин та супутньої мікрофлори. Для збільшення частки органічної компоненти в спінене скло за обсягом 1:1 було додано розроблений на кафедрі загального землеробства ґрунтозамінник ЕМ компост (Пат. 143338 U Україна) [9, с. 22]. Вивчення впливу умов вирощування проводили у весняній та літній сівозміні, а також в умовах інтенсивної світло культури на біометричні показники росту та розвитку обраних гібридів редису.

Дослідження проводили у науковій лабораторії Гідропонного вирощування овочів в купольній теплиці кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2020–2022 років. Повторність у досліді – 3-х кратна. Рослини у досліді вирощувалися шляхом прямого посіву насіння на постійне місце. В досліді використовувалися гідропонні системи побудовані на принципі періодичного затоплення (EBB & Flow).

Виклад основного матеріалу. Редис відноситься до рослин довгого дня. Короткий день (близько 12 годин) та помірна температура (15–18°С) сприяють швидкому росту коренеплодів та високій товарності врожаю, уповільнюють перехід рослин у репродуктивний період онтогенезу. Рослини редису чутливі до недостатнього рівня освітленості, тому їм необхідна мінімальна освітленість – 1,3–1,5 кЛк, але оптимальним рівнем є 9–14 кЛк. Обрані нами в досліді гібриди *R. sativus* порівняно слабо чутливі до зміни довжини дня та формують товарні коренеплоди в широкому діапазоні від 12 до 17 годин. Причому дані гібриди в умовах наростаючого дня дають більш раннє та дружнє стеблування.

На тлі відмінностей гідротермічних показників вегетативних періодів та наростаючого світлового дня нами була проведена об'єктивна оцінка двох ранніх гібридів *R. sativus* та виділено групи зі стійкості рослин до передчасного стеблування з використанням бальної шкали при вирощуванні в умовах наростаючого світлового дня у плівковій теплиці (табл. 1).

Таблиця 1. **Бальна шкала стійкості до раннього стеблування**

Кількість рослин, які пройшли фазу стеблування, %	Бал
0	1
до10	2
11–20	3
21–50	4
більше 50	5
100	6

Розподіл зразків редису за балами стійкості представлено у таблиці 2. У плівковій теплиці в умовах короткого світлового дня тривалістю до 12 годин та низького рівня освітлення від 2,5 до 5,0 кЛк передчасне стеблування нами не виявлене.

Таблиця 2. **Розподіл гібридів редису за стійкістю до стеблування в різних умовах вирощування (середнє за 2020–2022 рр.)**

Балл	Кількість зразків гібриду, шт /%		
	Весняна сівозміна	Літня сівозміна	Інтенсивна світлокультура
1	14/12,2	12/10,4	34/37,8
2	40/34,8	25/21,7	13/14,4
3	29/25,2	30/26,1	18/20,0
4	23/20,0	34/29,6	18/20,0
5	8/6,9	10/8,7	3/3,3
6	1/0,9	4/3,5	4/4,5

Більшість досліджених гібридів редису характеризувалися стійкістю до передчасного стеблування на рівні 2–4 балів у весняній теплиці та відкритому ґрунті. При цьому кількість стійких зразків у весняній теплиці та відкритому ґрунті дещо відрізнялася, що визначає різну реакцію генотипів на поступове збільшення світлового дня (табл. 2).

Незначна кількість рослин, що перейшли у фазу стеблування (2 бали), була характерна в основному для округлих різновидів європейського підвиду. Вже для форм з подовженою формою коренеплоду відсоток стеблування міг сягати 50% або 3–4 балам. Практично непридатними для вирощування за умов наростаючого світлового дня виявилися зразки гібриди Крижана бурулька F_1 та Селеста F_1. Деякі зразки цих гібридів не формували товарний коренеплід.

В умовах інтенсивної світлокультури основним лімітуючим чинником була інтенсивність освітлення в межах 15–20 кЛк (r=0,36). Більшість зразків була стійка до передчасного стеблування або мала невеликий відсоток рослин, що перейшли у фазу стеблування. Останнє пояснюється

високою температурою повітря, яка підтримувалася на рівні від 20 до 25°С. У восьми зразків редису відмічено стеблування понад 40% і у чотирьох – 100%, два з яких належали до гібриду Селеста F_1 та Крижана бурулька F_1 не формували коренеплід, ймовірно, зразки цього гібриду не придатні для вирощування в умовах інтенсивної світлокультури.

Стійкими до передчасного стеблування у всіх трьох умовах вирощування були зразки європейського гібриду Вієнна F_1, Хелена F_1 та Ескала F_1 Enza Zaden з Нідерландів; гібридів Моховський F_1, Осінній Гігант F_1 з білим забарвленням коренеплоду та гібриду Злата з жовтим забарвленням коренеплоду – ТМ «Геліос» (Україна).

Загалом спостерігалася сильна диференціація гібридів редису за ознакою стійкості до передчасного стеблування. У середньому 41,7% зразків переходили в репродуктивну фазу відразу після досягнення коренеплодом технічної стиглості, 54,0% показали поодиноке стеблування (1–20%). Гібриди Осінній Гігант F_1 Ескала F_1 (4,3%) виявилися стійкими до стеблування. При вирощуванні гібридів редису різного еколого-географічного походження при різних термінах посіву (весняний та літній) з комплексами світлового та температурного режимів, що розрізняються, спостерігалися різні темпи росту та розвитку.

В умовах наростаючого світлового дня та короткочасного впливу знижених температур у нічний час при весняному посіві, насамперед, перейшли у фазу стеблування зразки редису виробництва ТМ «Геліос», дещо пізніше – Enza Zaden. Виразно виявлялася пристосованість редису виробництва Enza Zaden до швидкого формування коренеплоду в умовах наростаючого світлового дня та зворотна реакція у форм з коренеплодом білого та жовтого забарвлення.

При весняному посіві більшість зразків редису переходили до генеративної фази без утворення коренеплоду – 69,1%. Лише у невеликої частини зразків – 22 зразки, спостерігалося формування коренеплоду. Цілком стійким до передчасного стеблування був сорт Осінній Гігант. У двох зразків гібриду Хелена F_1 спостерігалося раннє стеблування в межах 5–8%. Серед редису з білим забарвленням коренеплоду виділилися гібриди Морховський та Осінній Гігант, які мали процент стеблування в межах від 11 до 15%, при цьому вони формували товарні коренеплоди. Дані гібриди редису належали до весняно-літнього клімату.

При літньому посіві кількість гібридів редису, що перейшли у фазу стеблування, помітно скоротилася через скорочення тривалості світлового дня до 15 годин. Але в той же час у 33,8% гібридів з білим та жовтим забарвленням коренеплоду відзначалося передчасне стеблування в межах від 5 до 20% та у 6,3% – понад 20%.

Таким чином, найбільш чутливі до фотоперіоду в усіх умовах вирощування зразки редису знаходилися серед гібридів Крижана бурулька F_1 та Селеста F_1, зразки гібриду Осінній Гігант – в умовах весняної сівозміни, гібриду Вієнна F_1 округлої форми коренеплоду – в умовах літньої сівозміни та інтенсивної світлокультури, гібриду Хелена F_1 в умовах інтенсивної світлокультури. Зразки редису, найбільш чутливі до фотоперіоду, належали до гібридів з білим та жовтим забарвленням коренеплоду. Нейтральні до фотоперіоду гібриди редису виробництва Enza Zaden: Вієнна F_1, Хелена F_1 та Ескала F_1.

Важливою ознакою, яка визначає якість урожаю, є товарність коренеплоду [10, с. 35]. Основними причинами зниження товарності коренеплодів є неодночасне формування, раннє стеблування, розтріскуваність, наявність спотворених коренеплодів та порожнин усередині них. В наших дослідженнях товарність змінювалася в межах від 10 до 95%.

Найменшу кількість товарних коренеплодів формували зразки гібриду Крижана бурулька F_1, у рослин відзначалося неодночасне формування коренеплоду та швидкий перехід у фазу стеблування. У зразків гібриду Хелена F_1 з білим циліндричним кінчиком відзначалося швидке утворення порожнин в м'якоті коренеплоду після досягнення ним технічної стиглості, що значно знижувало їх товарність. Округлі зразки рожево-червоного гібриду Вієнна F_1 мали значні коливання товарності – від 50 до 95%, що є різною реакцією на умови вирощування. Зразки гібриду Злата F_1 мали щільну соковиту м'якоть, не були схильні до раннього стеблування та досить довго зберігали свої товарні якості.

Загалом відмінності між гібридами за основними морфологічними ознаками листка та коренеплоду, а також продуктивності чітко виявляються на рівні різного забарвлення коренеплоду між рожево-червоним (Селеста F_1 та Вієнна F_1), червоним (Хелена F_1 та Ескала F_1) та білим різновидами – Моховський F_1 та Осінній Гігант F_1 (табл. 3). Гібрид Крижана бурулька F_1, який відноситься до білого різновиду за своїми морфологічними показниками виявився ближчим до гібриду Осінній Гігант F_1.

Для кожного способу вирощування редису передбачена певна модель гібриду F_1 (табл. 4) [11, с. 75].

В результаті дослідження обраних гібридів редису виробництва Enza Zaden, Нідерланди та Геліос, Україна ми виділили гібриди за комплексом ознак, які підходять для кожного дослідженого варіанту вирощування: в умовах весняної сівозміни – Селеста F_1, Вієнна F_1, Хелена F_1 та Ескала F_1 EnzaZaden з Нідерландів; літньої сівозміни – Моховський F_1,

Осінній Гігант F_1, Крижана бурулька F_1 з білим забарвленням коренеплоду та гібриду Злата з жовтим забарвленням коренеплоду – ТМ «Геліос» (Україна); для інтенсивної світлокультури – Вієнна F_1, Хелена F_1 та Ескала F_1.

Таблиця 3. **Характеристикагібридівредису за морфологічними ознаками та продуктивностю, (середнє за 2020–2022 рр.)**

Показник	Гібрид							
	Селеста F_1	**Вієнна F_1**	**Хелена F_1**	**Ескала F_1**	**Моховський F_1**	**Осінній Гігант F_1**	**Крижана бурулька F_1**	**Злата F_1**
Висота розетки, см	18,7±2,6	17,8±0,6	21,0±1,7	26,7±1,2	18,7±3,5	22,1±1,4	23,8±1,7	18,1±0,
Діаметр розетки, см	15,0±1,7	14,7±0,7	16,7±1,2	20,9±0,8	16,3±1,9	18,5±0,8	19,1±0,6	14,3±0,3
Довжина листа, см	10,6±1,2	10,1±0,5	11,2±1,0	13,4±0,7	11,8±0,1	11,9±0,6	12,9±1,0	9,7±0,3
Ширина листа, см	6,8±0,9	6,9±0,8	7,4±0,7	7,7±0,6	7,8±0,5	7,8±0,5	8,2±0,4	6,2±0,2
Площа листової поверхні, $см^2$	393,0±87,6	351,9±35,7	432,6±73,2	410,8±55,7	479,2±5,1	475,2±50,3	469,1±91,8	324,1±21,3
Довжина корнеплоду, см	3,3±0,3	3,4±0,5	3,3±0,3	3,6±0,6	3,5±0,9	7,4±0,7	7,5±1,5	3,1±0,3
Діаметр корнеплоду, см	2,8±0,2	2,6±0,2	2,8±0,3	2,2±0,3	2,7±0,3	2,1±0,2	2,1±0,3	2,6±0,2
Індекс корнеплоду	1,2±0,1	1,4±0,2	1,2±0,2	1,6±0,2	1,3±0,2	3,7±0,6	3,7±1,1	1,2±0,1
Маса рослини,г	30,4±7,2	29,7±3,7	34,4±8,5	32,3±7,9	35,3±7,4	42,5±6,0	45,5±4,6	27,7±4,8
Маса коренеплоду, г	16,7±3,3	15,9±1,8	17,7±4,1	15,2±4,6	17,3±4,9	21,4±3,2	22,7±3,5	15,0±3,4

Таблиця 4. **Модель гібридів F1 редису для різних способів вирощування**

Ознака	Ступінь прояву ознаки		
	Весняна сівозміна	**Літня сівозміна**	**Інтенсивна світлокультура**
Вегетативний період, доба	20–30	18–23	15–20
Положення листка	Прямостояче	Прямостояче	Прямостояче
Форма листя	Лироподібна-розсічена / лироподібна роздільна	Лироподібна-розсічена / лироподібна роздільна	Лироподібна лопатева/цільна
Наявність волосків на поверхні листка	Середнє, слабке	Середнє, слабке	Без волосків
Розмір листової розетки	Середня 16–25 см	Маленька (11–15 см) / середня (16–25 см)	Маленька 11–15 см
Маса коренеплоду, г	Від 20 г	Від 20 г	Від 20 г
Форма коренеплоду	Будь-яка	Округла, округло–овальна	Округла, округло-овальна
Забарвлення шкірки коренеплоду	Будь-яка	Червона / карміно-червона	Будь-яка
Стійкість до раннього стеблування	Висока	Висока	Висока
Стійкість до недостатнього рівня освітленості	–	Висока	Висока
Стійкість до низьких температур	Висока	Висока	–
Товарність,%	Не менше 95%	Не менше 95%	Не менше 90%
Врожайність, кг/м^2	Від 3,5	Від 3,5	Від 4

Висновки. У ході польових та лабораторних досліджень вивчено велику різноманітність культур *R. sativus* у різних екологічних умовах, створюваних різними способами вирощування. Визначено статистичні параметри кількісних ознак культур виду, різновидів та гібридів, їх варіабельність під впливом факторів довкілля, їх внесок та характер впливу на параметри продуктивності культур, а також екологічна стійкість досліджуваних зразків. Визначено відносно стабільні та високо варіюючи ознаки *R. sativus*. Найбільшою амплітудою варіювання у редису мають ознаки довжини та маси коренеплоду, з різним ступенем варіювання залежно від ботанічної та агробіологічної приналежності.

Зразки *R. sativus* мають різну фоточутливість, яка обумовлюється, як генотипом, так і взаємодією генотипу з агрокліматичними показниками (різне поєднання температури та довжини світлового дня). Нейтральні до фотоперіоду форми знаходяться переважно серед зразків редису гібридів

Вієнна F_1, Хелена F_1 та Ескала F_1 Enza Zaden з Нідерландів; гібридів Моховський F_1, Осінній Гігант F_1 з білим забарвленням коренеплоду та гібриду Злата з жовтим забарвленням коренеплоду – ТМ «Геліос» (Україна).

FORMATION OF RADISH YIELD WHEN GROWING IN BIOLOGICAL HYDROPONICS SYSTEMS

Kovalov M. M. *– PhD of Agriculture,*
Central Ukrainian National Technical University,
Nicolaskov80@gmail.com

The article experimentally investigates and substantiates the peculiarities of radish crop formation of domestic and foreign hybrids in the conditions of a film greenhouse of the Northern Steppe of Ukraine. A study was conducted on increasing the yield of radish production of hybrids of domestic and foreign selection; an assessment of early stemming during cultivation in spring and summer crop rotations, as well as intensive light culture of the IV light zone of Ukraine was carried out. The expediency of growing the researched hybrids of domestic and foreign selection when grown in conditions of increased daylight hours and short-term exposure to low temperatures at night has been proven.

As a result of the analysis of experimental data on the processes of growth and development of plants of the studied radish hybrids of domestic and foreign selection, the most sensitive to the photoperiod in all conditions of radish cultivation were among the hybrids Ice Icicle F_1 and Celeste F_1, samples of the hybrid Autumn Giant – in conditions of spring crop rotation, hybrid Vienna F_1 rounded root shape – in conditions of summer crop rotation and intensive light culture, hybrid Helena F_1 in conditions of intensive light culture. Radish samples, most sensitive to photoperiod, belonged to hybrids with white and yellow root colour. Photoperiod-neutral radish hybrids produced by Enza Zaden: Vienna F_1, Helena F_1 and Escala F_1.

The least amount of marketable root crops was formed by samples of the hybrid Ice icicle F_1, the plants showed non-simultaneous formation of root crops and a rapid transition to the stemming phase. In the samples of the Helena F_1 hybrid with a white cylindrical tip, the rapid formation of cavities in the pulp of the root crop after it reached technical ripeness was noted, which significantly reduced their marketability. Rounded samples of the pink-red Vienna F_1 hybrid had significant fluctuations in marketability – from 50 to 95%, which is a different reaction to growing conditions. Samples of the Zlata F1 hybrid had dense juicy flesh, were not prone to early stemming and kept their marketable qualities for quite a long time.

Keywords: biological hydroponics, radish, film greenhouse, marketability, yield.

ЛІТЕРАТУРА

1. Приліпка О. В., Цизь О. М. Агротехнологічні та організаційні засади функціонування підприємств закритого ґрунту: монографія. Київ : Центр учбової літератури, 2016. 384 с.
2. Андрійчук В. Г., Зубець М. В., Юрчишин В. В. Сучасна аграрна політика: проблемні аспекти. К. : Аграрна наука, 2005. 140 с.
3. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. 1. Закритий ґрунт. Навчальний посібник. Вінниця : Нова Книга, 2008. 368 с.
4. Слєпцов Ю. В. Органічне овочівництво. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2016. 272 с.
5. Ковальов М. М., Звєздун О. М. Вирощування найпоширеніших сортів салату Ромен на різних типах субстратів в NFT системах. *Водні біоресурси та аквакультура*, Вип. 1 (9). 2021. С. 26–37.
6. Трегубова Н. Є. Порівняння методів вирощування зелені традиційним способом та гідропоніки в домашніх умовах. *Молодий учений*. 2017. № 33(167). С. 68-71.
7. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вип. 7. Київ, 2000. 144 с.
8. Михайлова Д, Ковальов М. М. Вирощування редису в умовах захищеного ґрунту. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (17-18 листопада 2022 р., м. Кропивницький), ЦНТУ. 2022 С. 40–42.
9. Пат. 143338 U Україна, МПК (2020.01) C05F 17/00. Спосіб приготування компостів на основі осадів стічних вод за допомогою ЕМ-препаратів. Ковальов М. М.; Васильковська К. В.; Резніченко В. П.; Мостіпан М. І.; заявник і патентотримач Центральноукраїнський національний технічний університет. № u202000404; заявл. 24.01.2020; опубл. 27.07.2020, Бюл. № 14.
10. Бедриковская Н. П. Гидропоника комнатных цветов. Издательство «Наукова Думка», Киев. 1972, 65 с.
11. Барабаш О. Ю., Тараненко Л. К., Сич З. Д. Біологічні основи овочівництва: навчальний посібник. Київ: Арістей. 2005. 348 с.

REFERENCES

1. Prylipka, O. V., & Tsyz', O. M. (2016). *Ahro-tekhnolohichni ta orhanizatsiyni zasady funktsionuvannya pidpryyemstv zakrytoho gruntu* [Agro-technological and organizational principles of functioning of closed soil enterprises]. Kyiv : Tsentr uchbovoyi literatury. [in Ukrainian].

2. Andriychuk, V. H., &Zubets', M. V., & Yurchyshyn, V. V. (2005). *Suchasna ahrarna polityka: problemni aspekty* [Modern agrarian policy: problematic aspects]. Kyiv : Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
3. Hil', L. S., & Pashkovs'kyy, A. I., & Sulima, L. T. (2008). *Suchasni tekhnolohiyi ovochivnytstva zakrytoho i vidkrytoho gruntu* [Modern technologies of vegetable growing in closed and open soil. Part 1. Closed ground]. Textbook. Vinnytsya : Nova Knyha. [in Ukrainian].
4. Slyeptsov, Yu. V. (2016). *Orhanichne ovochivnytstvo* [Organic vegetable growing]. Vinnytsya: Nilan-LTD. [in Ukrainian].
5. Kovalov, M. M., & Zvyezdun, O. M. (2021). *Vyroshchuvannya nayposhyrenishykh sortiv salatu Romen na riznykh typakh substrativ v NFT systemakh* [Cultivation of the most common varieties of romaine lettuce on different types of substrates in NFT systems]. *Vodni bioresursy ta akvakul'tura,* no. 1(9), 26–37. [in Ukrainian].
6. Trehubova, N. Ye. (2017). *Porivnyannya metodiv vyroshchuvannya zeleni tradytsiynym sposobom ta hidroponiky v domashnikh umovakh* [Comparison of methods of growing greens in the traditional way and hydroponics at home]. *Molodyy uchenyy – Young scientist,* Vol. 33(167), 68–71. [in Ukrainian].
7. *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannya sil's'kohospodars'kykh kul'tur* [Methods of state variety testing of crops]. (2000). Kyiv : Derzhstandart Ukraine. [in Ukrainian].
8. Michailova, D. & Kovalov, M. M. (2022). *Vyroshchuvannya redysu v umovakh zakhyshchenoho gruntu* [Radish growing in protected soil conditions]. Proceedings from *State and Prospects of Development and Implementation of Resource-Saving, Energy-Saving Technologies for Growing Agricultural Crops*: VI International Scientific and Practical Conference. Kropyvnyts'kyy : TsNTU. pp. 40-42. [in Ukrainian].
9. Kovalov, M. M., Vasyl'kovs'ka, K. V., Reznichenko, V. P. & Mostipan, M. I. (2020). UA Patent no. 143338. Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti (Ukrpatent). [in Ukrainian].
10. Bedrikovskaja, N. P. (1972). *Gidroponika komnatnyh cvetov* [Hydroponics of indoor flowers]. Izdatel'stvo «Naukova Dumka», Kyiv. [in Russian].
11. Barabash, O., & Taranenko, L., & Sich Z. (2005). *Biolohichni osnovy ovochivnytstva* [Biological basics of vegetable growing: a manual]. Textbook. Kyiv : Aristey. [in Ukrainian].

УДК 639.3
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.4

РИБОГОСПОДАРСЬКЕ ВИКОРИСТАННЯ МАЛИХ ВОДОСХОВИЩ ПІВДНЯ УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ ВОЗСІЯТСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Кутіщев П. С. *– к.б.н., доцент,*
Шевченко В. Ю. *– к.с.-г.н., доцент,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
kutishev_p@ukr.com, shevchencodejerson@gmail.com

Основний принцип рибництва в малих водосховищах полягає в одержанні максимального обсягу товарної продукції за мінімальних витрат, за одночасного підтримання якості води, що відповідає вимогам основних водокористувачів. У зв'язку з цим доцільно збільшити виробництво риби за рахунок використання кормових водних організмів. Раціональне рибогосподарське використання малих водосховищ для різних цілей має спиратися на природну кормову базу. Для цього необхідно знати продуктивну здатність водойми для різних кормових груп водних організмів (макрофіти, фітопланктон, зоопланктон і тваринний бентос). Конкретна норма зариблення малих водойм визначається станом розвитку природної кормової бази, складом інтродукованих видів, полікультурою та інтенсивністю живлення різних груп водних організмів. Рослиноїдні риби становлять великий інтерес для виробництва товарної риби в малих зрошуваних і комбінованих водоймах на півдні України. Ці водойми характеризуються високою біологічною продуктивністю та евтрофікацією через стік поживних речовин з сільськогосподарських угідь. Інтродукція рослиноїдних риб біомеліораторів має велике значення у формуванні іхтіофауни таких водойм. З одного боку, це позитивно позначається на екологічному стані водойми, оскільки контролюються процеси евтрофікації, а з іншого боку, збільшення рибопродуктивності досягається за рахунок утилізації надлишкової органічної речовини.

Проведенні дослідження вказують на те, що фізико-хімічний режим води у Возсіяцькому водосховищі був стабільним і мало змінювався протягом вегетаційного періоду. Вміст основних біогенних елементів, аніонів і катіонів відповідав нормативним вимогам до якості води і перебував у межах рибогосподарських нормативів. Аналіз досліджень рівня наявності кормових ресурсів переконливо свідчить про високу біопродуктивність водойми. На підставі проведених розрахунків встановлено, що для забезпечення оптимальної кількості рибопродукції і підтримання біомеліоративного ефекту, покращення екологічного стану, зариблення водойми повинно становити по білому амуру – 29 екз/га, по білому товстолобику – 506 екз/га, по строкатому – 182 екз/га, по коропу – 562 екз/га.

Ключові слова: малі водосховища, абіотичні умови, кормова база, рибопродуктивність, полікультура.

Постановка проблеми. Ефективна експлуатація екосистем малих водосховищ різного цільового призначення передбачає організацію раціонального ведення рибного господарства. Основним принципом рибництва на малих водосховищах є одержання максимуму товарної продукції з мінімальними витратами за умови збереження якості води, що задовольняє вимогам основного водокористувача. Раціональна рибогосподарська експлуатація малих водосховищ ґрунтується на природній кормовій базі. Це зумовлено необхідністю знання продуктивних можливостей водойм за різними групами кормових гідробіонтів (макрофіти, фітопланктон, зоопланктон, зообентос). Конкретні величини зариблення малих водосховищ визначають за станом розвитку природної кормової бази, видовим складом інтродуцентів, полікультури та кормовим коефіцієнтом різних груп гідробіонтів.

До таких водойм відносяться Возсіятське водосховище (Миколаївська область, Нікопольський район), для якого проведений попередній аналіз Державним вищим навчальним закладом «ХДАЕУ» Міністерства освіти і науки України на замовлення ФОП «Чорнозубенко В.О.». Ціль проведених досліджень полягає в тому, щоб на базі отриманих матеріалів з гідрохімічних показників води, кількісного і якісного складу кормових гідробіонтів, наявності аборигенної і інтродукованої іхтіофауни, запропонувати найбільш сприятливий режим експлуатації спеціалізованого озерного товарного рибного господарства (СОТРГ) на базі водойми Замовника.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дефіцит земельних і водних ресурсів, зниження рівня енергозабезпеченості, відсутність можливості мінімального забезпечення водопостачання у традиційних рибничих господарствах роблять дуже сумнівною перспективу збільшення рибогосподарських площ та їх рибопродуктивності. Стан погіршується тим, що годівля риби в умовах ринкових відносин досить дорогий захід, здатний звести нанівець доцільність її вирощування в багатьох господарствах. Запобігаючи розглянутій ситуації необхідний пошук та виконання спеціальних наукових досліджень, що дозволить залучити в сферу інтересів рибного господарства значний масив природних водойм, які зможуть за рахунок своїх продукційних можливостей забезпечити одержання певної кількості цінної в харчовому відношенні рибопродукції високої якості та широкого асортименту без витрат провідних компонентів інтенсифікації [1, с. 17; 2, с. 24]. Поставлена мета досліджень зумовила цілеспрямованість освітлення інформації, що приведена в спеціальній літературі, присвяченій водосховищам [3, с. 52]. Ця група водойм, в основному представлена малими водосховищами, створеними в результаті цілеспрямованої дії людини, пов'язаної з необхідністю перерозподілу водного стоку в часі і забезпечення стабільних запасів води для задоволення потреб різних водокористувачів. Вимоги до таких водойм обумовлені інтересами конкретних

відомств, що створює присутню специфічність, яка знаходить своє відображення в суттєвих різноманітностях, що характеризують гідрологічний, фізико-хімічний, гідробіологічний режими та ряд інших параметрів [4, с. 65; 5, с. 77]. На півдні України має місце значний фонд водойм, які пов'язані з іригацією, технічним водопостачанням промислових підприємств, питні, рекреаційні, спортивні. Тенденція росту їх площ намітилась у зв'язку із здійсненням широкої програми обводнення та зрошення аридних регіонів, створення безперебійного водопостачання в зонах інтенсивного землеробства, розвитку ряду галузей народного господарства, які потребують стабільного водо забезпечення. Приймаючи до уваги цільове призначення малих водосховищ, яке пов'язане з акумуляцією і створенням стабільних запасів води для потреб різних галузей господарювання, їх створювання здійснювалося на кошти головних водокористувачів. З урахуванням типологічних можливостей водойм-попередників досліджувані водойми належать переважно до двох типів: річкового, тобто створювалися на дільницях малих річок, їх долинах або заплавах; та наливного, який передбачає використання для наповнення водою природного пониззя місцевості з частковим її обвалуванням [6, с. 125].

Багато підприємств не змогли відразу адаптуватися в нестабільних економічних умовах на фоні кардинальних змін у системі управління виробництвом, за гострого дефіциту обігових коштів та інвестиційних ресурсів, високих кредитних ставок і зниження загального рівня платоспроможності населення. За таких обставин та з урахуванням неконтрольованого росту цін на основні компоненти матеріально-технічного забезпечення аквакультури виконати весь комплекс технологічних вимог щодо інтенсивного ведення рибництва вдається далеко не завжди. В результаті, протягом першої половини 90-х років минулого століття, переважна більшість ставових рибницьких підприємств під впливом об'єктивних факторів лімітуючого характеру, була змушена відмовитись від застосування повного обсягу інтенсифікаційних заходів і, в першу чергу, від годівлі риби якісними комбікормами, витрати на закупівлю яких не виправдовувались коштами, одержаними від реалізації продукції. Такий незапрогнозований прискорений перехід до низьковитратних форм ведення господарства з обмеженим рівнем інтенсифікації рибництва, до того ж виявився не підкріпленим повною мірою відповідною нормативно-технологічною базою, що додатково ускладнило ситуацію. Як наслідок, відбулось різке зменшення обсягів вирощування ставової риби, скоротився асортимент, знизилась якість рибопосадкового матеріалу і товарної продукції. Натомість майже половину товарної продукції в останні роки складали рослиноїдні риби далекосхідного комплексу, вирощування яких не потребує штучної годівлі і дає змогу істотно підвищити рибопродуктивність, використовуючи природний біопродукційний потенціал водойм [7, с. 3].

Важливим фактором збільшення природної рибопродуктивності є введення в аквакультуру рослиноїдних видів риб, а також детритофагів. Ці риби здатні засвоювати ті кормові ресурси (фітопланктон, детрит, вища водна рослинність), які не вживаються або частково вживаються місцевими видами. Вони мають короткі харчові ланцюги і одночасно з підвищенням рибопродуктивності сприяють біологічній меліорації водойм і тим самим сприяють покращенню умов для вирощування інших риб. Важливий чинник підвищення рівня інтенсифікації рибництва – розширення полікультури вирощуваних риб – особливо використання товстолобиків та амурів в сумісному вирощуванні з коропом.

Полікультура – один з найдієвіших способів підвищення «врожайності» і зниження собівартості продукції, підвищення ефективності товарного рибництва в цілому [8, с. 20]. Поліпшення економічних показників при переході рибництва від монокультури до полікультури пояснюється перш за все зниженням кормових витрат на одиницю маси вирощуваної риби в результаті того, що білий і строкатий товстолобики практично не потребують комбікормі. Так при питомій вазі рослиноїдних риб 20% в об'ємі виробництва риби, кормовий коефіцієнт для коропа підвищується на 5% [9, с. 60].

Конкретні величини зариблення малих водосховищ визначають за станом розвитку природної кормової бази, видовим складом інтродуцентів полікультури та кормовими коефіцієнтами різних груп гідробіонтів. При цьому кормовий коефіцієнт для всіх зон України становить: макрофіти та фітопланктон – 50, зоопланктон – 6, м'який зообентос – 5. Приріст індивідуальної маси інтродуцентів протягом одного вегетаційного сезону становить залежно від зони 400–500 г. У зв'язку з необхідністю нормального функціонування природних екосистем малих водосховищ можливе споживання продукованої органічної речовини не повинне перевищувати 50%. Стан розвитку природної кормової бази відображає продуктивні можливості водойм і визначається сукупною кількістю органічних речовин, продукованих кормовими гідробіонтами різних трофічних рівнів [10, с. 81].

При вирішенні питань, пов'язаних з підвищенням ефективності рибництва, виключного значення має інформація по прогнозуванню рибопродуктивності і визначенню її факторів, по природній рибопродукції малих водосховищ і методах її підвищення, розробці принципів класифікації з урахуванням специфічності експлуатації групи водойм, що розглядаються, і економічної обґрунтованості шляхів і методів підвищення результативності рибництва на малих водосховищах [4, с. 66].

Рибогосподарська експлуатація малих водосховищ базується на відповідній підготовці водойм та щорічному зарибленні цьоголітками рано восени або весною стандартними річняками з індивідуальною

масою не менше 25 г. У зв'язку з тим, що водойма не спускна, і значну частину рибної продукції не виловлюють, у водоймах відбуватиметься накопичення особин старшого віку. Тому в наступні сезони виникає необхідність коригування зариблення. Вилов риби старшого віку з великою масою істотно вплине на ефективність виробництва рибної продукції за рахунок підвищення реалізаційної ціни та за рахунок розширення термінів реалізації її. При промисловому поверненні 40% потенційна рибопродукція за рахунок раціонального використання природної кормової бази становитиме 280 кг/га [11, с. 68].

Підсумовуючи літературний огляд сучасного стану рибництва на малих водосховищах слід наголосити на тому, що використання природних за походженням акваторій з урахуванням їх трансформації, рибництво на їх базі може бути ефективним і економічно доцільним за умов застосування відповідних технологій.

Матеріали і методи дослідження. В основу рибничо-біологічного обґрунтування покладені результати досліджень, які були проведені протягом вегетаційного періоду 2020 року на базі малого Возсіятського водосховища площею 90,0 га, розташованого в с. Возсіятське Єланецького району Миколаївської області.

Вивчення гідрологічного та фізико-хімічного режиму проводилося за методикою [12, с. 78]. На загальний гідрохімічний аналіз було відібрано і оброблено 24 проби. Вивчення ступені розвитку вищої водної рослинності здійснювали по методиці [13, с. 74–89; 14, с. 100–250]. У процесі вивчення розвитку фітопланктону було відібрано та проаналізовано 18 проб. Матеріал для вивчення зоопланктону відбирали за допомогою кількісної сітки Джеді. Загальна кількість зоопланктонних проб склала 18. Оцінка чисельності та визначення біомаси гідробіонтів проводилися за методиками [15, с. 17–30]. Зообентос, загальна кількість відібраних проб якого склала 32, відбирали середньою моделлю дночерпача Петерсена з площею захоплення 0,025 м^2. Організми розбирали на таксономічні групи і визначали їх видову приналежність [16, с. 25–120]. М'який бентос зважували на торсіонних терезах ВТ-500, черепашок – на технічних терезах ВЛКТ-500. Розрахунки теоретично-можливої продукції приморських проводили за даними опрацювань усіх ланцюгів природних кормових ресурсів. При цьому приймали Р/В коефіцієнти запропоновані з літературних даних [1, с. 20–22].

Запропонований методичний підхід дає підставу для об'єктивного визначення продукційних можливостей, а також дозволяє визначити склад оптимального складу іхтіофауни для зариблення водосховища з урахуванням харчових вподобань відповідних видів риб.

Результати досліджень. Возсіятське водосховище розташоване у другій агрокліматичній зоні у північно-західній частині Миколаївської

області і за своїм призначенням відноситься до іригаційних водойм і водойм рибогосподарського використання.

Кількісне та якісне співвідношення розчинених у воді хімічних компонентів та газів, концентрація біогенних речовин та динаміка їх зміни є головними факторами, що формують інтенсивність протікання біологічних процесів. В цьому зв'язку для оцінки умов мешкання риб були проаналізовані дані хімізму води у Возсіятському водосховищі, сучасна і значною мірою характерна сезонна динаміка. Прозорість води була найменшою у середині серпня, оскільки вона залежала від інтенсивності розвитку планктону. В цей же час відмічений температурний максимум води, перманганатна окислюваність досягала 8,0 мгО/дм^3, активна реакція середовища внаслідок цього була лужною. Комплекс цих факторів зумовив і зниження вмісту розчиненого у воді кисню. Коливання кисню, в залежності від періоду вегетаційного сезону коливалась від 2,07 до 4,5 мгО/дм^3, що цілком сприятливе для дихання та живлення гідробіонтів. Хімічний склад води Возсіятського водосховища був стабільним, який практично не зазнавав істотних змін протягом вегетаційного періоду. Деяке відхилення мали показники біогенних речовин – азоту і фосфору. Вміст основних біогенних елементів, аніонів та катіонів відповідав нормативним вимогам до якості води і був у межах рибничих норм: N – 0,35; P – 0,15 мг/дм^3; аніони складали: HCO^{-2} – 71 мг/дм^3; $C1^-$ – 36 мг/дм^3; катіони Ca^{2+} – 53 мг/дм^3, Mg^{2+} – 37 мг/дм^3, $Na^+ + K^+$ – 34 г/дм^3. У цілому показники відповідають вимогам ефективного ведення рибництва у тепловодних господарствах.

Для отримання інформації щодо стану природної кормової бази ставів було досліджено кількісні показники розвитку фітопланктону, зоопланктону, що дало підстави для визначення кормності акваторій. Значення продуцентів у водоймі, які представлені флорою акваторій, має дуже велике значення, так як від їх складу, співвідношення, чисельності і біомаси залежить розвиток консументів різного трофічного рівня. Насамперед, динаміка розвитку і розповсюдження фітопланктону і макрофітів, основних продуцентів первинної органічної речовини, залежить від ряду факторів найважливішим серед яких є фізико-хімічні параметри середовища. Виходячи з цього, фітопланктон і макрофіти є вагомими складовими кормового ресурсу.

Спостерігається тенденція рівномірного нарощування біомаси фітопланктону від весни до осені. При цьому пікові показники біомас створюють синьо-зелені водорості в серпні і вересні – 18,5–21,4 г/м^3, за рахунок масового розвитку мікроцистіса та афанізоменона, які практично у всіх прісних водоймах півдня України демонструють таку поведінку в жаркі місяці літа. Зелені водорості протягом вегетаційного періоду, окрім серпня, завжди мали домінуюче положення в біомасі, що пов'язано з одного боку

більшими розмірами клітин і більшим видовим складом. Аналіз рівня розвитку фітопланктону водойм вказує на те, що існує виражена тенденція збільшення біомаси планктонних рослин в зворотній залежності від рівня розвитку вищої водної рослинності, що ми пов'язуємо з трансформацією біогенних елементів в процесі споживання їх вищими і нижчими рослинами. Рівень розвиток фітопланктону дає підстави вважати доцільним отримання значних обсягів рибопродукції за рахунок білого товстолобика.

Вища водна рослинність займає досить значні площі і зосереджена переважно уздовж берегової лінії. Ступінь заростання коливається в межах норми від 5 до 15% від загальної площі. Середня біомаса макрофітів по досліджуваним станціям складала – 265 г/м². Показники біомаси вищої водної рослинності свідчать про значні запаси продукції макрофітів, які не використовуються за відсутності ефективних споживачів, а саме білого амуру. При цьому, в зоні надмірного заростання відмічено погіршений екологічний стан, який супроводжується деструкційними процесами, утворенням тіньових ділянок перешкоджаючих процесу фотосинтезу, дефіциту кисню внаслідок розкладання значної кількості органічної речовини, накопиченням детритних мас і підвищеним вмістом сірководню.

Зоопланктон представлений переважно дрібними формами коловерток, гіллястовусими і веслоногими ракоподібними. Серед них за видовим різноманіттям переважають гіллястовусі що складають 44%, потім коловертки – 39% і веслоногі – 17%. Слід зазначити, що найвищі показники біомаси відмічені у квітні – 8,54 г/м^3 за рахунок масового розвитку гіллястовусих ракоподібних, потім їх концентрація істотно зменшується. Середньосезонна концентрація по водоймі склала 3,7 г/м^3. Рівень розвитку зоопланктону дає підстави вважати доцільним отримання певної частини рибопродукції за рахунок строкатого товстолобика. Певні перспективи стосовно раціонального використання кормової бази можуть бути пов'язані з гібридними формами білого і строкатого товстолобиків, які здатні легко переходити на споживання як фітопланктону, так і зоопланктону.

В складі зообентосу досліджуваного водосховища найбільше розповсюдженні личинки хірономід. Загальна середньосезонна біомаса зообентосу складала 5,6 г/м^2.

Конкретні величини зариблення малих водосховищ і видовий склад інтродуцентів полікультури визначаються за рівнем розвитку основних компонентів природної кормової бази та кормовими коефіцієнтами різних груп гідробіонтів. При цьому кормові коефіцієнти для всіх зон України установлено наступні: макрофіти і фітопланктон – 50, зоопланктон – 6, м'який зообентос – 5, молюски – 15. Для забезпечення нормального функціонування природних екосистем водойм можливе вилучення продукованої органічної речовини, тобто її споживання штучно створеними іхтіоценозами, що не повинне перевищувати 50% від продукції.

Стан розвитку природної кормової бази відображає продуктивні можливості водойм і визначається сукупною кількістю органічних речовин, продукованих кормовими гідробіонтами всіх трофічних рівнів. За рахунок макрофітів можна отримувати потенційну рибопродукцію Білого амура на рівні 14,5 кг/га, що на всю площу становитиме 2,6 т. Найбільше потенційної рибопродукції формується за рахунок коропа, який здатен забезпечити цей показник на рівні 281,0 кг/га, що в перерахунку на всю площу становитиме 25,3 т. На другому місці, потенційна рибопродукція формується за рахунок інтенсивного розвитку фітопланктону, за рахунок якого можна отримувати 253,4 кг/га білого товстолобика, в перерахунку на всю площу Возсіятського водосховище загальний показник становитиме на рівні 22,8 т. За рахунок строкатого товстолобика можливо отримувати потенційну рибопродукцію на рівні 91,3 кг/га, або 8,2 т з усієї площі. Загалом з усієї площі Возсіятського водосховища (90 га) можна отримувати 55,6 т за рахунок видів риб, що вселяються. Оскільки водосховище не спускного типу, в залежності від тиску промислу, приймаємо коефіцієнт вилову ($К_в$) – 0,4, що становитиме 35,3 т рибної продукції.

Для забезпечення необхідної кількості рибної продукції і підтримання біомеліоративного ефекту, покращення екологічного стану, зариблення водойми повинно становити по білому амуру – 29 екз/га, по білому товстолобику – 506 екз/га, по строкатому – 182 екз/га, по коропу – 562 екз/га.

Висновки і пропозиції. Хімічний склад води Возсіятського водосховища був стабільним. Вміст основних біогенних елементів, аніонів та катіонів відповідав нормативним вимогам до якості води і був у межах рибничих норм.

Аналіз проведених досліджень рівня розвитку кормових ресурсів переконливо свідчить про високий біопродукційний потенціал водосховища. Біомаси кормових гідробіонтів мають динамічний характер, що орієнтує на доцільність постійного моніторингу для корекції обсягів зариблення і вилову.

Для забезпечення необхідної кількості рибної продукції і підтримання біомеліоративного ефекту, покращення екологічного стану, зариблення водойми повинно становити по білому амуру – 29 екз/га, по білому товстолобику – 506 екз/га, по строкатому – 182 екз/га, по коропу – 562 екз/га.

FISHERIES USE OF SMALL RESERVOIRS IN THE SOUTH OF UKRAINE AS AN EXAMPLE OF THE VOZSIAT RESERVOIR OF MYKOLAIV REGION

Kutishchev P. S. *– Candidate of Biological Science, Associate Professor,*
Shevchenko V. Yu*. – Candidate of Agricultural Science, Associate Professor,*
Kherson State Agrarian and Economic University,
kutishchev.p@gmail.com, shevchencodejerson@gmail.com

The main principle of fish farming in small reservoirs is to obtain the maximum volume of marketable products at minimum costs, while simultaneously maintaining water quality that meets the requirements of the main water users. In this regard, it is advisable to increase the production of fish due to the use of fodder aquatic organisms. Rational fishery use of small reservoirs for various purposes should be based on the natural fodder base. To do this, it is necessary to know the productive capacity of the reservoir for various feed groups of aquatic organisms (macrophytes, phytoplankton, zooplankton and animal benthos). The specific stocking rate of small reservoirs is determined by the state of development of the natural fodder base, the composition of introduced species, polyculture and the intensity of nutrition of various groups of aquatic organisms. Herbivorous fish are of great interest for commercial fish production in small irrigated and combined reservoirs in the south of Ukraine. These reservoirs are characterized by high biological productivity and eutrophication due to nutrient runoff from agricultural land. The introduction of plant-eating biomelioration fish is of great importance in the formation of the ichthyofauna of such water bodies. On the one hand, this has a positive effect on the ecological state of the reservoir, as eutrophication processes are controlled, and on the other hand, an increase in fish productivity is achieved due to the disposal of excess organic matter.

The conducted research indicates that the physico-chemical regime of water in the Vozsiatsky Reservoir was stable and changed little during the growing season. The content of the main biogenic elements, anions and cations met the regulatory requirements for water quality and was within the limits of fishery regulations. The analysis of studies on the level of availability of fodder resources convincingly indicates the high bioproductivity of the reservoir. Based on the calculations, it was determined that in order to ensure the optimal amount of fish production and maintain the biomelioration effect, improve the ecological state, the stocking of the reservoir should be 29 carp/ha for white carp, 506 carp/ha, and 182 carp/ha, for carp – 562 copies/ha.

Keywords: small reservoirs, abiotic conditions, feed base, fish productivity, polyculture.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шерман І. М., Краснощок Г. П., Пилипенко Ю. В. Ресурсозберігаюча технологія вирощування риби у малих водосховищах. Миколаїв. Можливості Кімерії. 1996. 375 с.
2. Алимов С. І. Сучасний стан рибогосподарських водойм. *Рибне господарство.* Вип. 64, 2005. С. 20–25.

3. Балтаджі Р. А. До питання визначення природної рибопродуктивності водойм. *Рибне господарство.* Вип. 64., 2005. С 49–55.
4. Гринжевський М. В. Аквакультура України. Львів : Вільна Україна, 1998. 364 с.
5. Гринжевський М. В. Інтенсифікація виробництва продукції аквакультури у внутрішніх водоймах України. К. : Світ, 2000. 188 с.
6. Пилипенко Ю. В. Екологія малих водосховищ степу України. Херсон : Олди-плюс, 2007. 306 с.
7. Про підсумки діяльності рибогосподарських підприємств об'єднання «Укррибгосп» в 1998 році та завдання по вирощуванню виробництва продукції в 1999 році. К., 1999. 8 с.
8. Гринжевский М. В., Авдрющенко А. І, Третяк О. М., Озинковська С. П., Борбат М. О. Наукове обґрунтування вселення цінних об'єктів аквакультури у внутрішні водойми України для підвищення їх рибопродуктивності. *Рибне господарство*, 1999. № 51. С. 3–26.
9. Балтаджи Р. А. Использование растительноядных рыб в пресноводной аквакультуре Украины. *Пресноводная аквакультура в Центральной и Восточной Европе: достижения и перспективы* : материалы Международной научно-практической конференции (18–21 сентября 2000, Киев). К. 2000. С. 60–63.
10. Пилипенко Ю. В. Шляхи підвищення комплексності використання малих водосховищ степової зони України. *Наукові записки Тернопільського ДПУ*. Серія: Біологія. № 3 (14). 2001. С. 81–83.
11. Пилипенко Ю. В. Малі водосховища – як компонент рибогосподарського фонду України. *Рибне господарство*. Вип. 51. 1999. С. 67–69.
12. Привезенцев Ю. А. Гидрохимия пресных водоемов. М. : Пищевая промышленность. 1979. 120 с.
13. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л. : Наука. 1981. 187 с.
14. Рычин Ю. А. Флора гидрофитов. М. : Советская наука. 1948. 448 с.
15. Салазкин А. А., Иванова М. Б., Огородникова В. А. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1984. 34 с.
16. Жадин В. И. Методы гидробиологического исследования. М. : Высшая школа. 1960. 189 с.

REFERENCES

1. Sherman I. M., Krasnoshchok H. P., Pylypenko Yu. V. (1996). *Resursozberigajucha tehnologija vyroshhuvannja ryby u malyh vodoshovyshhah* [Resource-saving fish farming technology in small reservoirs]. Mykolaiv : Capabilities of Cimmeria. [in Ukrainian].

2. Alimov S. I. (2005). *Suchasnyj stan rybogospodars'kyh vodojm* [The current state of fishery reservoirs]. *Rybne hospodarstvo*, Issue 64, 20–25. [in Ukrainian].
3. Baltaji R. A. (2005). *Do pytannja vyznachennja pryrodnoi' ryboproduktyvnosti vodojm* [On the issue of determining the natural fish productivity of reservoirs]. *Rybne hospodarstvo,* Issue 64, 49–55. [in Ukrainian].
4. Grynzhevskyi M. V. (1998). *Akvakul'tura Ukrai'ny* [Aquaculture of Ukraine]. Lviv : Free Ukraine. [in Ukrainian].
5. Grynzhevskyi M. V. (2000). *Intensyfikacija vyrobnyctva produkcii' akvakul'tury u vnutrishnih vodojmah Ukrai'ny* [Intensification of production of aquaculture products in inland reservoirs of Ukraine]. Kyiv : Svit. [in Ukrainian].
6. Pylypenko Yu. V. (2007). *Ekologija malyh vodoshovyshh stepu Ukrai'ny* [Ecology of small reservoirs of the steppe of Ukraine]. Kherson : Oldy-plus. [in Ukrainian].
7. *Pro pidsumky dijal'nosti rybogospodars'kyh pidpryjemstv ob'jednannja "Ukrrybgosp" v 1998 roci ta zavdannja po vyroshhuvannju vyrobnyctva produkcii' v 1999 roci* (1999). [About the results of the activities of the fishing enterprises of the association "Ukrrybhosp" in 1998 and the task of growing production in 1999]. Kyiv. [in Ukrainian].
8. Grynzhevskii M. V., Avdryushchenko A. I, Tretyak O. M., Ozynkovska S. P., Borbat M. O. (1999). *Naukove obg'runtuvannja vselennja cinnyh ob'jektiv akvakul'tury u vnutrishni vodojmy Ukrai'ny dlja pidvyshhennja i'h rybo-produktyvnosti* [Scientific justification for introducing valuable aquaculture objects into internal water bodies of Ukraine to increase their fish productivity]. *Rybne gospodarstvo*, no. 51, 3–26. [in Ukrainian].
9. Baltadzhi R. A. (2000). *Ispol'zovanie rastitel'nojadnyh ryb v presnovodnoj akvakul'ture Ukrainy* [The use of herbivorous fish in freshwater aquaculture of Ukraine]. Proceedings of the *Presnovodnaja akvakul'tura v Central'noj i Vostochnoj Evrope: dostizhenija i perspektivy*: The International scientific and practical conference (the18–21st of Septemer, 2000, Kyiv). Kyiv. 60–63. [in Russian].
10. Pylypenko Yu. V. (2001). *Shljahy pidvyshhennja kompleksnosti vykorystannja malyh vodoshovyshh stepovoi' zony Ukrai'ny* [Ways of increasing the complexity of the use of small reservoirs of the steppe zone of Ukraine]. *Naukovi zapysky Ternopil's'kogo DPU. Serija: Biologija*, no. 3 (14), 81–83. [in Ukrainian].
11. Pylypenko Yu.V. (1999). *Mali vodoshovyshha – jak komponent rybogospodars'kogo fondu Ukrai'ny* [Small reservoirs – as a component of the fishery fund of Ukraine]. *Rybne gospodarstvo*, Issue 51, 67–69. [in Ukrainian].

12. Pryvezentsev Yu. A. (1979). *Gidrohimija presnyh vodoemov* [Hydrochemistry of freshwater reservoirs]. Moscow : Pishhevaja promyshlennost'. [in Russian].
13. Katanskaya V. M. (1981). *Vysshaja vodnaja rastitel'nost' kontinental'nyh vodoemov SSSR. Metody izuchenija* [The higher aquatic vegetation of continental reservoirs of the USSR. Study methods]. Leningrad : Nauka. [in Russian].
14. Rychyn, Yu. A. (1948). *Flora gidrofitov* [Flora of hydrophytes]. Moscow : Sovetskaja nauka. [in Russian].
15. Salazkin A. A., Ivanova M. B., Ogorodnikova V. A. (1984). *Metodicheskie rekomendacii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskih issledovanijah na presnovodnyh vodoemah. Zooplankton i ego produkcij*a [Methodical recommendations for the collection and processing of materials for hydrobiological studies on freshwater reservoirs. Zooplankton and its production]. Leningrad. [in Russian].
16. Zhadyn V. I. (1960). *Metody gidrobiologicheskogo issledovanija* [Methods of hydrobiological research]. Moscow : Vysshaja shkola. [in Russian].

УДК 556.55:639
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.5

ОГЛЯД МАЛИХ ВОДОСХОВИЩ ПІВДНЯ УКРАЇНИ З ТОЧКИ ЗОРУ РИБОГОСПОДАРСЬКОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

***Мельниченко С. Г.** – здобувачка ступеня доктора філософії,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
sofiya.melnichenko.98@gmail.com

Більшу частину водного фонду України складають штучні водні об'єкти, у структурі яких, більшу частину становлять малі водосховища різного цільового призначення. Штучні водні об'єкти даного типу розміщені по території України вкрай нерівномірно, що певною мірою пов'язано з природним рівнем водозабезпеченості адміністративно-територіальних областей та кліматичними особливостями регіонів.

У просторовому відношенні, найбільша частка малих водосховищ припадає на південь України. Екологічні умови, які склалися під впливом ґрунтово-кліматичних умов у малих водосховищах півдня України є досить сприятливими для ведення рибництва.

Метою статті став аналіз потенціалу малих водосховищ півдня України з точки зору рибогосподарської експлуатації.

Об'єкт дослідження – малі водосховища півдня України.

Предмет – особливості рибогосподарської експлуатації малих водосховищ півдня України.

Під час дослідження було використано такі методи: математичний, аналітичний та статистичний.

Численні наукові дослідження свідчать про те, що малі водосховища півдня України мають значний біопродукційний потенціал. З огляду на значні продукційні можливості, малі водосховища півдня є перспективними об'єктами для рибогосподарської експлуатації.

У міру своєї стихійної сформованості, іхтіофауна малих водосховищ має бідний видовий склад, який представлений переважно малоцінними видами риб. Такий видовий склад не передбачає раціонального використання біопродукційного потенціалу цих штучних водойм, що в свою чергу впливає на екологічний стан малих водосховищ півдня.

Вселення цінних видів риб в малі водосховища дозволить зменшити прояв евтрофікації малих водосховищ за рахунок споживання природної кормової бази, а також збільшити економічний ефект від рибництва за рахунок мінімальних затрат.

В означеному контексті, перспективними є подальші наукові дослідження гідробіологічних показників малих водосховищ півдня України з точки зору рибогосподарської експлуатації.

Ключові слова: малі водосховища, біопродуктивність, іхтіофауна, рибопродуктивність, водні біоресурси.

Постановка проблеми. Територія України дуже добре забезпечена водними ресурсами. За величиною водного фонду, наша держава займає одне з перших місці у Європі. Згідно з Водним кодексом України, до водного фонду відносяться такі групи вод: штучні водойми; поверхневі води; підземні джерела та води; територіальне море та внутрішні морські води [7].

Малі водосховища України мають різне цільове призначення та є досить перспективними об'єктами з точки зору рибогосподарської експлуатації, що і викликає до них значний науковий інтерес.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ціла низка вітчизняних науковців займалась дослідженням малих водосховищ України, зокрема і південного її регіону [1–3].

Значну частину водного фонду складають малі водосховища, які мають істотні відмінності від природних водних об'єктів. Україна, відноситься до країн з найбільшою кількістю штучних водойм, тому її у науковій літературі ще називають «країною водосховищ». Розміщені малі водосховища по країні вкрай нерівномірно, що пов'язано з різним рівнем водозабезпечення регіонів України та їх кліматичними особливостями [1].

Велика кількість малих водосховищ розташована на півдні України. На даний момент, даного виду штучні водойми практично не використовуються для ведення рибництва. Проте, в умовах значного скорочення водних та земельних ресурсів в країні, малі водосховища становлять значний науковий інтерес з точки зору рибогосподарської експлуатації.

Зокрема, у [2] проаналізовано цінність малих водосховищ півдня України з точки зору ведення у них рибництва. Штучні водойми даного типу мають чималий біопродукційний потенціал, який представлений консурментами та продуцентами різних трофічних рівнів. Проте, наявний природний потенціал цих водойм з точки зору рибогосподарської експлуатації, на даний момент не реалізований у зв'язку з цілою низкою причин.

Малі водосховища півдня України у своєму складі мають стихійно сформовану та ту водну іхтіофауну, яка є неефективним споживачем у цих водоймах, оскільки не може ефективно перетворювати кормові ресурси на кормову базу [1].

Екологічні умови, що складаються у малих водосховищах дуже сильно впливають на життєдіяльність та стан риби у них, оскільки є середовищем їх існування. Виявлено, що у малих водосховищах, у порівнянні з іншими водоймами, умови існування риб є дуже нестійкими. Це пов'язано х тим, що гідробіологічні особливості водосховищ значно відрізняються від гідробіологічних особливостей природних водойм.

У зв'язку з тим, що малі водосховища періодично осушуються, у їх складі формується дещо специфічна фауна та флора. Гідробіологічний видовий склад малих водосховищ є бідним, проте біомаса та чисельність організмів у них значно вища, ніж у інших природних водоймах [2].

Постановка завдання. Розглянути територіальний розподіл малих водосховищ в межах України та виявити причини значної концентрації даних штучних водойм в степовій зоні. Проаналізувати наявний природний кормовий потенціал малих водосховищ півдня та його вплив на ефективність ведення рибництва.

Матеріали і методи дослідження. Під час проведення дослідження, нами було використано статистичні матеріали Державного агентства водних ресурсів України та попередні наукові напрацювання.

Під час написання роботи, нами було використано такі методи: порівняння, статистичний, аналітичний.

За допомогою статистичного, порівняльного та аналітичного методів було зібрано і проаналізовано статистичні матеріали та попередні наукові напрацювання щодо особливостей територіального розміщення та продукційних показників малих водосховищ, їх перспективності для ведення рибогосподарської діяльності.

Результати досліджень. Галузь рибництва відіграє одну з провідних ролей в економіці України. Розвиток рибництва не лише у певній мірі гарантує продовольчу безпеку населенню нашої країни, але й дозволяє певним чином диверсифікувати аграрний сектор економіки та підвищити рівень його дохідності за рахунок невисоких капіталовкладень та наявності ринків збуту. У зв'язку з тим, що світові вилови риби останніми роками зменшуються, значно зростає попит на продукцію рибної галузі. З огляду на це, виникає потреба у пошуку нових об'єктів для ведення рибництва. З точки зору ведення рибництва та отримання високого рівня рибопродукції за рахунок незначних інвестицій досить перспективними є малі водосховища України [4].

Зазначимо, що перспективними водними об'єктами з точки зору рибогосподарської експлуатації є малі водосховища комплексного цільового призначення. Такі водосховища становлять значний інтерес для рибництва, оскільки мають всю сукупність біотичних та абіотичних чинників, які дозволяють здійснювати спрямоване формування іхтіофауни з метою одержання високого рівня рибопродукції [5].

Загальна площа водного дзеркала малих водосховищ України становить 2481,9 км^2, а сумарний їх об'єм – 8,42 км^3, що складає приблизно 15% об'єму води від всіх водосховищ в межах України. Територіально, малі водосховища в межах України розподілені вкрай нерівномірно (табл. 1).

Більша частина малих водосховищ розташована в південно-східних та центральних областях України, тобто у степовій та лісостеповій зонах. Такий нерівномірний розподіл пов'язаний з малим природним рівнем водозабезпеченості цих регіонів, жаркими посушливими кліматичними показниками та високим рівнем сільськогосподарської освоєності

Таблиця 1. **Розподіл водосховищ по адміністративно-територіальних областях України**

Адміністративно-територіальні області	Кількість водосховищ	Площа водосховищ, га	Об'єм водосховищ, млн. м^3	Відсоток водосховищ, що перебувають в оренді, від кількості
Вінницька	23	9658	293	8
Волинська	52	2166	39,3	10
Дніпропетровська	11	19800	899,5	34
Донецька	100	18100	859,1	28
Житомирська	129	7508	176,8	21
Закарпатська	9	1212	40,6	78
Запорізька	27	2394	73,2	56
Івано-Франківська	3	1631	63,5	0
Київська	62	10250	194,0	34
Кіровоградська	62	8949	225,3	50
Луганська	73	7403	250	19
Львівська	20	3288	67,6	0
Миколаївська	39	7042	348	46
Одеська	64	58704	2106,7	16
Полтавська	65	6256	143,6	43
Рівненська	12	2942	47	33
Сумська	42	4367	94,5	14
Тернопільська	26	3579	79,3	54
Харківська	57	22437	1447,3	-
Херсонська	15	13807	138,3	7
Хмельницька	42	9820	231,5	45
Черкаська	39	5827	114,9	18
Чернівецька	4	778	47,8	50
Чернігівська	18	1710	38,9	39
Загальна кількість по Україні	1047	233846	8421,6	28

Складено автором за [6]

цих територій. З таблиці 1 ми бачимо, що незважаючи на велику кількість малих водосховищ по всій території України, вони майже не перебувають в оренді, а тому їх потенціал не використовується у повному обсязі [4; 6].

До південного регіону України належать такі області: Миколаївська, Херсонська та Одеська. На територію цих трьох областей припадає 11,6% водосховищ країни, що в кількісному вимірі складає 124 водосховища. При цьому, кількість водосховищ на Херсонщині складає 15, на Миколаївщині – 45, а на Одещині – 64 водосховища [6–8].

Існуюча рибогосподарська класифікація малих водосховищ, дає змогу нам судити про те, що у порівнянні з іншими природно-кліматич-

ними зонами, природна кормова база даного типу водойм на півдні України має найвищі показники. Високі показники продукційних можливостей водойм пов'язані зі сприятливими кліматичними умовами півдня України. Високі температури повітря та тривалість вегетаційного періоду позитивно впливають на розвиток планктонних формувань у штучних водоймах. Окрім цього, кліматичні зміни, які відбуваються протягом останніх декількох десятків років сприяють підвищенню температурних показників та збільшенню вегетаційного періоду в степовій зоні, що в свою чергу чинить позитивний ефект на розвиток планктону на півдні України [9].

Приблизно 50%, а то й більше у видовому складі фітопланктону малих водосховищ півдня України займають зелені водорості. У літній період на малих водосховищах півдня набувають розвитку синьо-зелені водорості. Після того, коли водорості відмирають – вони утворюють детрит, який є кормовою основою для бентосних та планктонних організмів водосховищ.

Щодо зоопланктону, то у малих водосховищах він представлений приблизно 60 видами. На водосховищах півдня України, панівними є лише декілька видів: *Daphnia Magna, Daphnia Pulex та Daphnia Longispina*. У малих водосховищах, ці організми живляться переважно дрібним фітопланктоном та бактеріопланктоном [9–11].

Численні наукові напрацювання, свідчать про те, що малі водосховища півдня України дійсно мають значний кормовий потенціал, проте він майже не використовується. Це пов'язано більшою мірою з тим, що видовий склад іхтіофауни на водоймах даного типу має стихійний процес формування, який характеризується досить бідним видовим складом.

У зв'язку з тим, що постачання води у малі водосховища півдня здійснюється переважно з Дунайського, Дніпровського, Інгулецького та Дністровського річкових басейнів, іхтіофауна у цих штучних водоймах представлена у більшій мірі видовим складом прісноводних комплексів даних річкових систем. Іншим, напрямком формування видового складу у малих водосховищах є солонуватоводні види риб, які потрапляють із заток та лиманів Азово-Чорноморського басейну до даних штучних водойм через іригаційні системи. Сформована такими двома шляхами іхтіофауна малих водосховищ представлена приблизно 29 видами риб. Такий, стихійно сформований видовий склад іхтіофауни малих водосховищ, представлений переважно малоцінними видами риб та не передбачає раціонального використання біопродукційного потенціалу даного типу водойм.

Нераціональне використання біопродукційного потенціалу малих водосховищ є не лише, економічно неефективним, але й призводить до екологічних проблем. Основною екологічною проблемою, на малих водосховищах різного цільового призначення є евтрофікація води, яка у більшій мірі

спричинена наявністю у даних водоймах великої кількості фітопланктону. Фітопланктонні формування, які нагромаджуються у штучних водоймах протягом вегетаційного періоду спричиняють спалахи «цвітіння» води.

Проте, проблему евтрофування малих водосховищ півдня України можна вирішити за рахунок раціонального рибогосподарського використання їх природних продукційних можливостей. Оскільки, у малих водосховищах півдня видовий склад іхтіофауни є досить бідним та представлений здебільшого малоцінними видами риб, перспективним напрямком з точки зору рибогосподарської експлуатації може бути інтродукція цінних видів риб у штучні об'єкти даного типу. Вселення у водосховища рослиноїдних видів риб дозволить використовувати у повній мірі природний кормовий потенціал водойм та відразу вирішити декілька завдань: покращити екологічний стан гідроекосистем штучного походження; забезпечити продовольчу безпеку країни; за рахунок природної кормової бази у декілька разів збільшити економічну ефективність рибництва.

Висновки. Виявлено, що малі водосховища розташовані на території України вкрай нерівномірно. Значна частина малих водосховищ розміщена на півдні України, що пов'язано з недостатньою забезпеченістю водними ресурсами, кліматичними особливостями степової зони та високим рівнем сільськогосподарського розвитку.

Існуючі наукові напрацювання свідчать про те, що малі водосховища півдня України мають значні природні продукційні можливості. З огляду на значний біопродукційний потенціал, малі водосховища півдня є перспективними об'єктами для рибогосподарської експлуатації.

На даний момент, в міру своєї стихійної сформованості, видовий склад іхтіофауни має бідний видовий склад та представлений переважно малоцінними видами риб. Такий видовий склад не передбачає раціонального використання біопродукційного потенціалу даного типу водойм, що впливає на екологічний стан малих водосховищ півдня.

Інтродукція цінних видів риб в малі водосховища дозволить зменшити прояв евтрофування малих водосховищ за рахунок споживання природної кормової бази, а також збільшити економічний ефект від рибництва за рахунок мінімальних затрат.

Таким чином, головним принципом рибництва на малих водосховищах півдня нашої країни має бути одержання максимальної кількості рибної продукції, при цьому з мінімальною кількістю затрат та за умови повноцінного збереження якості води та повного збереження природного відтворення цінних видів риб у даних водних об'єктах.

OVERVIEW OF SMALL RESERVOIRS OF THE SOUTH OF UKRAINE FROM THE ASPECT OF FISHERIES EXPLOITATION

Melnyshenko S. H. *– Secondary study Postgraduate Student for the Ph.D. Degree, Kherson State Agrarian and Economic University, sofiya.melnichenko.98@gmail.com*

Most of Ukraine's water fund is made up of artificial water bodies, most of which are made up of small reservoirs for various purposes. Artificial water bodies of this type are located on the territory of Ukraine extremely unevenly, which to some extent is connected with the natural level of water supply of administrative-territorial districts and climatic features of the regions.

In spatial terms, the largest share of small reservoirs is in the south of Ukraine. Ecological conditions that have developed under the influence of soil and climatic conditions in small reservoirs in the south of Ukraine are quite favorable for fish farming.

The purpose of the article was to analyze the potential of small reservoirs in the south of Ukraine from the aspect of fisheries exploitation.

The object of the research is small reservoirs in the south of Ukraine.

The subject is the peculiarities of fisheries exploitation of small reservoirs in the south of Ukraine.

During the research the following methods were used: mathematical, analytical and statistical.

Numerous scientific studies indicate that small reservoirs in the south of Ukraine have significant bioproduction potential. Small reservoirs in the south of Ukraine are perspective objects for fisheries exploitation due to their significant production potential.

Because of its spontaneous formation, the ichthyofauna of small reservoirs has a poor species composition, which is represented mainly by low-value fish species. Such a species composition does not provide for the rational use of the bioproductive potential of these artificial reservoirs, which in turn affects the ecological condition of small reservoirs in the south of Ukraine.

The introduction of valuable fish species into small reservoirs will reduce the eutrophication of small reservoirs due to the consumption of the natural feed base, as well as increase the economic effect of fish farming at minimal costs.

In this context, further scientific studies of hydrobiological indicators of small reservoirs in the south of Ukraine from the aspect of fisheries exploitation are perspective.

Keywords: small reservoirs, bioproductivity, ichthyofauna, fish productivity, aquatic bioresources.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шерман І. М., Пилипенко Ю. В. Еколого-технологічні основи рибогосподарської експлуатації малих водосховищ України. *Проблемы воспроизводства аборигенних видов рыб.* 2005. С. 166–173.
2. Шевченко В. Ю., Кутіщев П. С. Гідробіологічна характеристика малих водосховищ Миколаївської області. *Таврійський науковий вісник. Серія «Сільськогосподарські науки».* 2021. № 117. С. 324–327.

3. Шевченко В. Ю., Кутіщев П. С. Обґрунтування рибогосподарського використання малих водосховищ Миколаївської області. *Таврійський науковий вісник. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2020. № 115. С. 285–290.
4. Ільїн Л. В. Озера та штучні водойми України: просторова диференціація та ресурси. *Український географічний журнал.* 2011. № 3. С. 27–32.
5. Яковенко В. О., ФедоненкоО. В., Тушницька Н. Й. Оцінка стану зоопланктону і зообентосу річки Мокра Сура. *Рибогосподарська наука України.* 2017. №. 4. С. 19–32.
6. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Великі і малі водосховища України: регіональні та басейнові особливості поширення. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2021. № 2(60). С. 6–17.
7. Водний кодекс України № 213/95-ВР від 06 червня 1995 року (зі змінами і доповненнями). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/213/95 (дата звернення: 05.02.2023).
8. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Сучасна гідрографічна характеристика ставків в Україні – регіональні і басейнові аспекти. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.*2020. № 3(58). С. 20–30.
9. Шерман І. М., Пелих В. Г. Генезис трансформації іхтіофауни після зарегулювання стоку річкових систем і утворення водосховищ. *Рибогосподарська наука України.* 2009. № 2. С. 39–42.
10. Шерман І. М., Краснощок Г. П., Пилипенко Ю. В. Ресурсозберігаюча технологія вирощування риби у малих водосховищах. Миколаїв. Можливості Кімерії. 1996. 41 с.
11. Шевченко В. Ю., Кутіщев П. С. Потенційні можливості та аналіз рибогосподарського використання Явкінського водосховища. *Водні біоресурси та аквакультура.* № 1. 2021. С. 127–136.

REFERENCES

1. Sherman I. M., Pylypenko Yu. V. (2005). *Ekoloho-tekhnolohichni osnovy rybohospodarskoi ekspluatatsii malykh vodoskhovyshch Ukrainy* [Ecological and technological bases of fisheries exploitation of small reservoirs of Ukraine]. *Problems of reproduction of native fish species*, pp. 166–173. [in Ukrainian].
2. Shevchenko V. Yu., Kutishchev P. S. (2021) *Hidrobiolohichna kharakterystyka malykh vodoskhovyshch Mykolaivskoi oblasti* [Hydrobiological characteristics of small reservoirs of Mykolaiv region]. *Taurida Scientific Bulletin, Ser. Agricultural Sciences,* no. 117, 324–327. [in Ukrainian].
3. Shevchenko V. Yu., Kutishchev P. S. (2020). *Obhruntuvannia rybohospodarskoho vykorystannia malykh vodoskhovyshch Mykolaivskoi oblasti* [Justification of fisheries use of small reservoirs of Mykolaiv region].

Taurida Scientific Bulletin, Ser. Agricultural Sciences, no. 115, 285–290. [in Ukrainian].
4. Ilin L. V. (2011). *Ozera ta shtuchni vodoimy Ukrainy: prostorova dyferentsiatsiia ta resursy* [Lakes and artificial reservoirs of Ukraine: spatial differentiation and resources]. *Ukrainian Geographical Journal*, no 3, 27–32. [in Ukrainian].
5. Yakovenko V. O., Fedonenko O. V., Tushnytska N. Y. (2017). *Otsinka stanu zooplanktonu i zoobentosu richky Mokra Sura* [The Mokra Sura River zooplankton and zoobenthos condition assessment]. *Fisheries science of Ukraine*, no. 4, 19–32. [in Ukrainian].
6. Khilchevskyi V. K., Hrebin V. V. (2021). *Velyki i mali vodoskhovyshcha Ukrainy: rehionalni ta baseinovi osoblyvosti poshyrennia* [Large and small reservoirs of Ukraine: regional and basin features of distribution]. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, no. 2(60), 6–17. [in Ukrainian].
7. *Vodnyi kodeks Ukrainy (zi zminamyidopovnenniamy)* (1995). [Water Code of Ukraine (with changes and additions)]. No. 213/95-BP from the 06th of June 1995. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/213/95 (accessed 05 February 2023). [in Ukrainian].
8. Khilchevskyi V. K., Hrebin V. V. (2020). *Suchasna hidrohrafichna kharakterystyka stavkiv v Ukraini – rehionalni i baseinovi aspekty* [Modern hydrographic characteristics of ponds in Ukraine – regional and basin aspects]. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, no. 3(58), 20–30. [in Ukrainian].
9. Sherman I. M., Pelykh V. H. (2009). *Henezys transformatsii ikhtiofauny pislia zarehuliuvannia stoku richkovykh system i utvorennia vodoskhovyshch* [The genesis of the ichthyofauna transformation after regulating the flow of river systems and the formation of reservoirs]. *Fisheries science of Ukraine*, no. 2, 39–42. [in Ukrainian].
10. Sherman I. M., Krasnoshchok H. P., PylypenkoYu. V. (1996). *Resursozberihaiucha tekhnolohiia vyroshchuvannia ryby u malykh vodoskhovyshchakh* [Resource-saving fish farming technology in small reservoirs]. Mykolaiv: Mozhlyvosti Kimerii. [in Ukrainian].
11. Shevchenko V. Yu., Kutishchev P. S. (2021). *Potentsiini mozhlyvosti ta analiz rybohospodarskoho vykorystannia Yavkinskoho vodoskhovyshcha* [Potential opportunities and analysis of fisheries use of the Yavkin reservoir]. *Aquatic bioresources and aquaculture*, no. 1, 127–136. [in Ukrainian].

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.3.043.13:636.087.7
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.6

АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ТА РОЗВИТКУ УКРАЇНСЬКОЇ АКВАКУЛЬТУРИ НА ФОНІ ЄВРОІНТЕГРУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ

Гончарова О. В. *– к.с.-г.н., доцент,*
Кутіщев П. С. *– к.б.н., доцент,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
anelsatori@gmail.com

Здійснено комплексний порівняльний аналіз технологічних елементів в аквакультурі з огляду на удосконалення виробництва біологічної продукції аквакультури. Розглянуто можливі кейси вирішення питання підвищення якісних параметрів щодо технологічних елементів та якісних і кількісних параметрів в аквакультурі. Враховуючи кліматичні трансформації, здійснено аналіз стану рибогосподарської галузі в південному регіоні України. Зроблені акценти на можливих шляхах вирішення питаньщодо впровадження європейських елементів оптимізації виробництва продукції аквакультури. Здійснена оцінка перспективних напрямів з урахуванням умов сьогодення в українській рибогосподарській галузі. Представлено до обговорення та розгляду напрями удосконалення та перезавантаження галузі з врахуванням сучасного контенту, вимог ринку праці, споживача, ресурсного потенціалу.

Результати досліджень відображають основні вектори розвитку аквакультури на тлі впливу абіотичних та біотичних чинників. Представлено інформацію щодо сучасного стану та тенденцій розвитку технологій в аквакультурі з врахуванням розвитку інноваційних аспектів, впливу техногенних чинників, модернізації окремих технологічних рішень. Враховано сучасні вимоги щодо тенденції розвитку органічної продукції аквакультури (екологічно-безпечної). Здійснено комплексний аналіз основних технологічних елементів, потенціалу в цілому аквакультури, адаптаційних здатностей гідробіонтів з метою визначення можливостей впровадження окремих елементів інноваційного характеру. Розглянуто модельні рішення оптимізації деяких ланок технологічної карти в рибогосподарській галузі при підрощені молоді гідробіонтів. Відштовхуючись від сучасних умов, проаналізовано ефективність шляхів підвищення адаптаційно-компенсаторних механізмів гідробіонтів.

Ключові слова: аквакультура, євроінтеграція, технологічні елементи, розвиток, ресурсний потенціал.

Постановка проблеми. Напрям української аквакультури має всі ресурси для забезпечення продовольчої безпеки нашої країни. Питання удосконалення технологічних аспектів та збільшення можливостей ефективно використовувати потенціал акваторій, ресурсів індустріальної аквакультури є відкритим, постійно набуває практичної та наукової цінності. Враховуючи постійну трансформацію чималої кількості чинників різної природи, варто зробити акцент, що аквакультура є функціонально-активною галуззю, дотичною до постійного контакту з живими організмами. Оптимізація процесів технологічної карти аквакультурив умовах екологічної трансформації націлена на врахування адаптаційних можливостей самого організму гідробіонтів, їх адаптацію під нові або удосконалені технології на підприємстві [1–3]. Наукові роботи авторів відображають певну перспективу та високі результати науково-експериментальнихдосліджень, дослідів, моніторингу даного питання в напрямі української аквакультури [4–6]. Втім, спираючись, на достатньо швидкі темпи удосконалення, модернізації технологічних рішень, актуальним є підбір такої технологічної карти, яка має тип зв'язку – симбіоз кожного з послідовних аспектів. При цьому чинить вплив на якісні та кількісні характеристики продукції в контексті підвищення їх рівня конкурентоспроможності. Питання оптимізації технологічних елементів культивування гідробіонтів, виробництва продукції аквакультури завжди є відкритим. Сучасний контент постійно змінюється, трансформуються технологічні рішення, вимоги споживачів до виробників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оглядові роботи, статистичні аналізи демонструють наявність високого потенціалу аквакультури в нашій країні. Безумовно, є певні недоліки, проблематичні аспекти, що є цілком типовим для галузі, яка розвивається та трансформується у відповідності до сучасних вимог часу. На фоні такої стрімкої трансформації абіотичних та біотичних чинників питання вдосконалення раціонального використання біоресурсів набуває наукової та практичної актуальності. В доступній літературі автори розкривають питання щодо кореляційного зв'язку екосистеми в цілому та окремих її структурних елементів, живих організмів, результатів наслідків таких трофічних відносин, важливості поповнення іхтіофауни та виробництва якісної продукції індустріальної аквакультури тощо [7]. Аспекти актуальності вичерпної інформації для споживачів продукції аквакультури відображаються в наукових доробках, оглядових статяхіноземних авторів. У відповідності до тематики акцент робиться на формуванні культури споживання якісної продукції аквакультури, максимальної відкритості виробників перед споживачем, доступностіне лише до класичних параметрів, а й до технологічного циклу виробництва такої продукції («від ферми до столу» або «полиць супермаркетів»). Сучасний споживач проявляє неабиякий інтерес до деталей, особливостей саме продукції аквакультури, яку він обирає для споживання [8–10].

На фоні окреслених аспектів, можна виділити наукові роботи, присвячені проблематиці впровадження інноваційних рішень до технологічної карти виробництва продукції аквакультури. На перший план виступають науково-дослідні роботи, які відображають поєднання не лише кормового чинника, а й, наприклад, альтернативних («зелених») джерел енергії. В аквакультурі в умовах сьогодення одним із питанням, яке намагаються вирішити всі сфери діяльності,є забезпечення еколого-безпечного виробництва продукції, здійснення моніторингу параметрів екологічного середовища на фоні діяльності будь-якої галузі, рибогосподарська сфера не є виключенням [11–13]. Останні публікації, наукові доробки відображають практичну та наукову актуальність окреслених питань в рибогосподарській галузі. Питання інноваційності, безумовно, набирає сучасного контенту, втім, варто враховувати і адаптаційно-компенсаторні механізми організму об'єктів, яких культивують, їх відповідність таким технологічним рішенням. Автори відмічають про важливе значення чинників підгодівлі, годівлі, умов культивування: оскільки всі параметри формують якісні показники у майбутньому власне продукції аквакультури [1; 4]. Загалом питання є відкритим, відображає трансформаційні аспекти технологічних рішень, гармонізації європейським вимогам, стандартам.

Результати досліджень. Інноваційності розвитку аквакультурі в нашій країні може надати впровадження євроінтегрованих аспектів. Вектор їх діяльності націлений на якісні параметри, забезпечення максимальною інформацією споживачів про весь «технологічний» шлях продукції. Результати порівняльного аналізу тенденцій розвитку аквакультури Південного регіону України демонструють стрімкий розвиток даного напряму. Відбувається поєднання декількох форм аквакультури, починають користуватися попитом рециркуляційні системи, мобільні інсталяційні установки. Їх елементи впроваджують як при культивуванні гідробіонтів (підготовчий етап підрощення молоді риб), так і для основного процесу, вирощування риб, креветок, культивування мікроводоростей та інші.

В українському секторі сільське господарство, зокремааквакультура, відіграють ключову роль для реалізації та досягненні цілей, стратегічних планів ЄС щодо органічного виробництва з меншим навантаженням на екосистему процесів виробництва. Зокрема, наслідки зміни клімату, відіграють визначальну роль при стратегічних планах розвитку аквакультури з курсом євроінтегрування. У зв'язку з цим, авторами було розроблену оглядову схему з елементами основних етапів розвитку виробництва продукції аквакультури в українських реаліях (рис. 1).

Ресурсний потенціал акваторій, водних біоресурсів Південного регіону здатний забезпечити потреби на високому рівні, задовольнити забезпечення продукцією пересічного громадянина, тим самим здобувши рівень

Рис. 1. **Структурні елементи ефективного впровадження «культури споживання» оновленої продукції аквакультури**

Розроблено автором роботи

забезпечення продовольчої безпеки країни. Безумовно, практична база надає платформу для співпраці з науковим сектором, що підкріплює галузь, відкриває нові можливості. В Південному регіоні України кліматичні, географічні умови кількість градусодіб, сонячних днів сприяють активному впровадженню елементів альтернативного енергозбереження використаннюв технологічних картах аквакультури. Такий вектор дозволяє досягнути енергетичної автономії для рибничого підприємства. При середній річній кількості сонячної енергії на 1м^2 площі за рік цей показник може перевищувати 1220 кіловат-годин для Півдня України [13]. При цьому така міні-сонячна платформа у складі, наприклад, технологічного елементу оксигенації для гідробіонтів або автоматичної годівниці, буде працювати на повну потужність лише в сонячний, ясний день, а в похмуру погоду продуктивність значно будезменшуватися. Тому південний регіон має ряд переваг щодо впровадження таких елементів інноваційності серед інших регіонів нашої країни [13]. На такому фоні можна дискутувати на інші вектори розвитку аквакультури, зокрема, культивуванню перспективних об'єктів, нетрадиційних. Оскільки географічний пояс Південного регіону забезпечує легшу адаптацію організму нових гідробіонтів в контексті гідрохімічного режиму, температурного тощо. Сьогодні активно впроваджуються аспекти культивування та переробки мікроводоростей, які використовують в різних сферах діяльності (косметична медицина, перманентна аквакультура, аграрний сектор вирощування сільськогосподарських тварин та птиці з підгодівлею високо протеїновою добавкою, підрощення молоді риб тощо).

Одним з наступних векторів євроінтегрування ми визначаємо сучасні девайси, їх використання в виробничому циклі з акцентом на еколого-безпечній продукції. В контексті євроінтегрування технологічних елементів, окремих аспектів, відмітимо, що виробництво органічної продукції можна досягти шляхом використання рециркуляційних аквакультуральних систем. Це надає можливість максимального контролю за основними параметрами культивування об'єктів аквакультури. Сучасний контент забезпечить цифрову обробку, використання wifi корегування, інтелект-кейсів керування певними процесами на відстані, фіксацію відхилень та реактивну реакцію на певні похибки у параметрах гідрохімічного стану резервуарів. За таких умов технологічний цикл набуває певної модернізації, що відображається на результатах, власне, процесу виробництва, культивування, розведення гідробіонтів, переробки продукції аквакультури. Крім того, в результаті отримання практичного досвіду під час стажувань авторів, обмінів знаннями з провідними фахівцями галузі, було проаналізовано основні важелі трансформацій в аквакультурі. Отже, оптимізація технологічного процесу передбачає ефективність за умов гармонізації біологічно-господарських параметрів об'єктів, «технологічних можливо-

стей» обладнання, потужностей підприємства. Чинники абіотичного та біотичного характеру у сукупності створюють сприятливе середовище для отримання максимального результату від такого виробництва. Акцентуючи увагу на кейсах оптимізації, відмітимо, організацію технологічного процесу еко-вирощування, виробництва та реалізації продукції аквакультури. Дотримання вимог «bien-être» («добре доглянуті») тварини є однією із необхідних ланок відповідності. За цих умов підприємство використовує стандарти EU-Organic (наприклад, у Франції таких вимоги дотримується бренд AB (Agriculture biologique). В нашій країні в галузі аквакультури питання лишається відкритим, оскільки воно передбачає достатньо глобальні рішення та потребує часу.

Одним із векторів євроінтегрування технологічних елементів в аквакультурі, можна відмітити організацію науково-дослідних робіт з водними організмами, модельними-об'єктами з метою дослідження функціонального статусу їх організму та рівня послідуючої адаптації обраних об'єктів до сучасних абіотичних та біотичних умов, технологій вирощування, розведення, написання біологічних обґрунтувань тощо. Це питання завжди є відкритим та актуальним, оскільки будь-яке виробництво має бути обґрунтованими в контексті практичності, інноваційності, рентабельності. Якщо за мету такого дослідження обрано удосконалення конкретної технології підгодівлі риб, то доцільним буде здійснити прогнозування на підготовчому етапі отриманий ефект, а потім вже розпочинати власне експериментальну частину. Тим самим здійснити економію ресурсного потенціалу та прорахувати ймовірні ризики експерименту. Сьогоднішні реалії дозволяють використовувати програмне забезпечення з урахуванням біологічно-господарських особливостей об'єкту, який досліджують, адаптувати технологічні рішення під такий «запит» та змоделювати потенціальний позитивний результат або навпаки.

Використання інформаційних технологій, програмного забезпечення надає можливість прогнозування, прорахування отриманого ефекту з коригуванням вже у реальному вимірі умов. Таким чином, постановка науково-експериментального дослідження з використанням модельної ІТ-програми прогнозування отриманого ефекту набуває ряд переваг та підвищує вірогідність даних. В якості прикладу можна привести можливість здійснення морфо-метричного аналізу гідробіонтів з використання спеціального програмування (рис. 2). При цьому не виникає необхідність контактувати з кожним екземпляром при вимірах, що набуває важливого значення в контексті зниження стресового впливу. Така модель переноситься на певні обрані параметри програми та прораховує отриманий результат за певних умов.

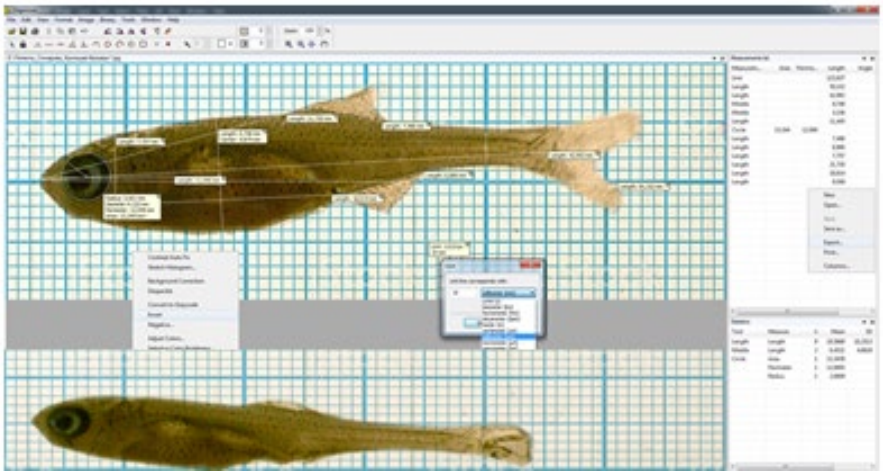


Рис. 2. **Модель прикладу використання спеціальної програми прогнозування запланованого ефекту впливу чинника, що вивчається в експерименті**

Отже, використання такої модельної програми, безумовно, не є однозначно вірогідною для використання без альтернативних варіантів. Втім, вона може бути в якості комплексної модельної платформи для прогнозування та орієнтації експериментальних даних на підготовчому етапі, тим самим знижувати ризик неефективності експериментального дослідження в реальному вимірі.

Висновки та пропозиції. Отже, споживачам важливо отримувати вичерпну інформацію не лише про якісний склад, поживну цінність, а про вплив продукції аквакультури на навколишнє середовище. Євроінтегрування окремих елементів до української аквакультури сприятиме «перезавантаженню» галузі в цілому, вихід на нові горизонти конкурентоспроможності. Органічне виробництво надає можливість сталому розвитку галузі відкрити шляхи до «еколого-безпечного» виробництва, використання інноваційних методів з використанням комплексних елементів аквакультури (рециркуляційні системи, садки, басейни, стави тощо). На фоні впровадження аспектів альтернативного енергопостачання така форма аквакультури забезпечить підвищення «сприйняття» культури споживання якісної продукції з відповідною «історією» виробництва. Сучасні елементи при впровадженні сприятимуть пошуку нових методів поліпшення адаптації гідробіонтів до нових умов. За умов підкріплення виробничого сектору науково-дослідним сектором рибогосподарська галузь трансформується у оновлений напрям з перспективним розвитком.

ASPECTS OF FORMATION OF THE POTENTIAL AND DEVELOPMENT OF UKRAINIAN AQUACULTURE UNDER THE CONDITIONS OF EUROPEAN INTEGRATION OF INNOVATIVE SOLUTIONS

Honcharova O. V. *– Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,*
Kutishchev P. S. *– Candidate of Biology Sciences, Associate Professor,*
Kherson State Agrarian and Economic University,
anelsatori@gmail.com

The authors made a comprehensive comparative analysis of technological elements in aquaculture with a view to improving the production of biological products of aquaculture. Considered are possible cases of solving the issue of increasing quality parameters regarding technological elements and qualitative and quantitative parameters in aquaculture. Taking in to account climatic transformations, an analysis of the tate of the fishing industry in the southern region of Ukraine was carried out. Emphasis is placed on possible ways to solve the problem by introducing European elements of optimization of a certain sector of aquaculture production. An assessment of promising directions was carried out, taking into account the current conditions in the Ukrainian fishing industry. The vectors of improvement and restart of the industry are presented for discussion and consideration, taking in to account modern content, the requirements of the labour market, the consumer, and the resource potential of the fishing industry as a whole.

Research results reflect the main vectors of aquaculture development under the influence of abiotic and biotic factors. Information is presented on the current state and trends in the development of technologies in aquaculture, taking into account the development of innovative aspects, the influence of man-made factors, and the modernization of certain technological solutions. Modern requirements regarding the development trend of organic aquaculture products (environmentally safe) are taken into account. A comprehensive analysis of the main technological elements, the potential of aquaculture as a whole, and the adaptive abilities of hydrobionts was carried out in order to determine the possibilities of introducing individual elements of an innovative nature. Model solutions for the optimization of individual links of the technological map in the fishery industry during the growth of young hydrobionts are considered. Based on modern conditions, the effectiveness of ways to increase the adaptive and compensatory mechanisms of hydrobionts was analyzed.

Keywords: aquaculture, European integration, elements technologiques, development, potential resources.

ЛІТЕРАТУРА

1. Averchev, O. V., Bidnyna, I. O., Bondar, O. I. & Boyarkina, L. V. (2019). Ecohydrological investigation of plain river section in the area of small hydroelectric power stationin fluence. Collective monograph: Current state, challenges and prospects for research in natural sciences. Lviv–Toruń : Liha-Pres. pp. 135–154.

2. Гринжевський М. В., Адрющенко А. І., Третяк О. М. & Грициняк І. І. Основи фермерського рибного господарства. К. : Світ. 2000. 340 с.
3. Як змінюється клімат в Україні. URL: https://ecolog-ua.com/news/yak-zminyuyetsya-klimat-v-ukrayini (дата звернення: березень 2023).
4. Honcharova O. (2022). Efficiency of complex technological solutions for growing fish to increase resistance to the in fluence of abiotic and biotic factors under the influence of climate transformations. Scientific monograph. *Traditional and innovative approaches to scientific research: Theory, methodology, practice.* Riga, Latvia: Baltija Publishing. pp. 218–235.
5. Бузевич І. Ю. Наукові аспекти рибопромислової експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду. *Рибогосподарська наука України*. 2007. № 2. С. 64–70.
6. Hrynzhevskyi, M. V. Інтенсифікація виробництва продукції аквакультури в штучних водоймах України. К. : Світ. 2000. 181 с.
7. Бузевич І. Ю. Показники різноманіття іхтіофауни Дніпровського водосховища як чинники впливу на величину промислових уловів. *Рибогосподарська наука України*. К., Вип. 1. 2012. С. 4–8.
8. Fishing & Aquaculture. URL: https://www.theglobaleducationproject.org/earth/fisheries-and-aquaculture.php (дата звернення: березень 2023 р.).
9. Шарило Ю. Є., Вдовенко Н. М., Федоренко М. О. Сучасна аквакультура: від теорії до практики. Практичний посібник. К. : «Простобук», 2016. 119 с.
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: http://www.fao.org (дата звернення: березень 2023 р.).
11. Organic-info. URL: https://organicinfo.ua/wp-content/uploads/2021/05/Organic-action-plan-UA (дата звернення березень 2023).
12. Шаманська, О. І. Застосування інформаційних систем та технологій як пріоритетного напряму ефективного функціонування та розвитку дорадчої діяльності в Україні. *Ефективна економіка*. № 4. 2015. С. 14–17.
13. Сонячні панелі для українця. URL: https://apostrophe.ua/ua/article/business/energy/2021-09-15/neznayka-v-solnechnom-gorode-kak-ukraintsu-stat-energoshynezavisimyim-ot-gosudarstva/41744 (дата звернення: березень 2023).

REFERENCES

1. Averchev O. V., Bidnyna I. O., Bondar O. I., Boyarkina L. V. (2019). Eco-hydrological investigation of plain river section in the area of small hydro-electric power stationin fluence. Collective monograph: Current state, challenges and prospects for research in natural sciences. Lviv–Toruń : Liha-Pres. pp. 135–154.

2. Hrynzhevskyi M. V., Adriushchenko A. I., Tretiak O. M., Hrytsyniak I. I. (2000). *Osnovy fermerskoho rybnoho hospodarstva* [Fundamentals of Farm Fisheries]. Kyiv: Svit. [in Ukrainian].
3. *Yak zminiuietsia klimat v Ukraini* [How will climate change in Ukraine]. URL: https://ecolog-ua.com/news/yak-zminyuyetsya-klimat-v-ukrayini (accessed March 2023). [in Ukrainian].
4. Honcharova O. (2022). Efficiency of complex technological solutions for growing fish to increase resistance to the in fluence of abiotic and biotic factors under the influence of climate transformations. *Scientific monograph.* Traditional and innovative approaches to scientific research: Theory, methodology, practice: Riga, Latvia: Baltija Publishing. pp. 218–235.
5. Buzevych I. Iu. (2007). *Naukovi aspekty rybopromyslovoi ekspluatatsii vodoskhovyshch Dniprovskoho kaskadu* [Scientific aspects of fish industrial exploitation of the Dnieper Cascade reservoirs]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*. [Fisheries], no. 2, 64–70. [in Ukrainian].
6. Hrynzhevskyi M. V. (2000). *Intensyfikatsiia vyrobnytstva produktsii akvakultury v shtuchnykh vodoimakh Ukrainy* [Intensification of production of aquaculture production in artificial reservoirs of Ukraine]. Kyiv : Svit. [in Ukrainian].
7. Buzevych I. Iu. (2012). *Pokaznyky riznomanittia ikhtiofauny Dniprovskykh vodoskhovyshch yak chynnyky vplyvu na velychynu promyslovykh uloviv* [Indicators of diversity of ichthyofauna of the Dnieper reservoir as factors in fluencing the amount of industrial trays]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy* [Fisheries]. Kyiv. Issue 1, 4–8. [in Ukrainian].
8. Fishing & Aquaculture. URL: https://www.theglobaleducationproject.org/earth/fisheries-and-aquaculture.php (accessed March 2023).
9. Sharylo Yu. Ie., Vdovenko N. M., Fedorenko M. O. (2016). *Suchasna akvakultura: vid teorii do praktyky* [Modern aquaculture: from theory to practice]. Praktychnyi posibnyk. Kyiv : Prostobuk. [in Ukrainian].
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: http://www.fao.org (accessed March 2023).
11. Organic-info. URL: https://organicinfo.ua/wp-content/uploads/2021/05/Organic-action-plan-UA. (accessed March 2023).
12. Shamanska O. I. (2015). *Zastosuvannia informatsiinykh system ta tekhnolohii yak priorytetnoho napriamu efektyvnoho funktsionuvannia ta rozvytku doradchoi diialnosti v Ukraini* [The use of information systems and technologies as a priority direction of effective function ingand development of advisory activity in Ukraine]. *Efektyvna ekonomika*, no. 4, 14–17. [in Ukrainian].
13. *Sonyachni paneli dlya ukraincya* [Solar panels for a Ukrainian]. URL: https://apostrophe.ua/ua/article/business/energy/2021-09-15/neznayka-v-solnechnom-gorode-kak-ukraintsu-stat-energoshynezavisimyim-ot-gosudarstva/41744 (accessed March 2023). [in Ukrainian].

УДК 639.38.641
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.7

ВПЛИВ ІМУНОСТИМУЛЯТОРІВ НА ВИЖИВАНІСТЬ ПЛІДНИКІВ РОСЛИНОЇДНИХ РИБ

Оліфіренко В. В. *– к.вет.н, доцент,*
Козичар М. В. *– к.с-г.н.,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Зростання чисельності населення планети ставить перед фахівцями рибної галузі цілу низку задач по забезпеченню людейдостатньої кількістю якісної, в першу чергу, білкової продукції. Україна володіє достатнім ресурсом водойм і має потенційні можливості для побудови та розвитку потужного рибогосподарського комплексу. Це викликає необхідність у пошуку шляхів пов'язаних в першу чергу із відновленням об'ємів уловів риби у внутрішніх водоймах і зростання продуктивності рибничих господарств. Одним із напрямів вирішення даної проблеми є організація масштабної інтродукції цінних промислових видів риб в природні та трансформовані водойми. Останнє повинно базуватися на щорічному отриманні достатньої кількості якісної та життєстійкої молоді риб. Це не можливе без наявності в спеціалізованих господарствах власних ремонтно-маточних стад, здатних забезпечити результативне штучне відтворення риб. За даної проблеми основною результативного рибництва виступає збереження плідників, їх якості та можливості швидкого відновлення репродуктивного потенціалу після технологічних робіт. Одним із шляхів подолання наголошеної проблеми може виступати застосування імуностимуляторів, що і стало основою проведених нами досліджень.

Основна мета дослідження полягала в удосконаленні методів збереження плідників рослиноїдних риб після заводського відтворення, пов'язаних із використанням імуностимуляторів в умовах господарств півдня України. Місцем проведення спеціальних досліджень слугували інкубаційний цех та літньо-маточні стави ДУ Новокаховського рибзаводу частикових риб. Матеріалом досліджень виступали плідники білого товстолобика, вирощені в умовах господарства. При виконанні досліджень використовувалися загальновживані у рибництві методики.

Проведений аналіз дає змогу зробити висновок про доцільність обробки плідників препаратом в якості протимікробного та стимулюючого засобу. Використання експериментального імуностимулятора Анфлурона 2 МО в значній мірі підвищує резистентність плідників товстолобика після операцій із штучного відтворення в заводських умовах. Проін'єктовані плідники демонстрували більш високий ріст і виживаність протягом усього періоду спостережень.

Ключові слова: імуностимулятор, риба, товстолобики, відтворення, резистентність, виживаність, плідники.

Постановка проблеми. Сучасний стан водних біоресурсів у внутрішніх водоймах в останні роки слід охарактеризувати як напружений – через загрозу зникнення окремих видів і популяцій, внаслідок нераціонального промислу і забруднення водного середовища, зниження ефективностіприродноговідтворення.Нафонірізкогопадіннярезультативності

рибного промислу в межах внутрішніх акваторій, Україна спрямовує суттєві зусилля на виконання Цілей сталого розвитку планети, як у напрямі запобіганню голоду так і в збереженні водних живих ресурсів [1]. Така ситуація викликає необхідність у пошуку шляхів пов'язаних в першу чергу із відновленням об'ємів уловів риби у внутрішніх водоймах і забезпеченням населення доступною рибною продукцією. Існують сподівання на збереження і поповнення біологічних ресурсів, пов'язані із штучним розведенням рослиноїдних риб, яке дозволяє підтримувати промислові запаси і нарощувати обсяги виробництва товарної продукції аквакультури в регульованих умовах. Прогресивність і важливість цього напрямку неодноразово підкреслюється в публікаціях ряду авторів [2–4]. Справжня великомасштабна інтродукція рослиноїдних риб в Дніпровсько-Бузьку гирлову область була розпочата з 1974 року, при цьому в якості пріоритетних інтродуцентів були обрані представники далекосхідної іхтіофауни – білий і строкатий товстолобики, білий амур. Основою для цього послужив той факт, що пониззя Дніпра і Південного Бугу, а також Дніпровсько-Бузький лиман мають у своєму розпорядженні значні кормовими ресурсами, які представники аборигенної іхтіофауни практично не використовують і інтродукція в водойми Дніпровсько-Бузької гирлової області факультативних їх споживачів сприяла б значному збільшенню рибопродуктивності цих акваторій [5, 6]. У той же час, із огляду на біологію відтворення рослиноїдних риб, створення їх потужного промислового стада неможливе без їх штучного відтворення і вирощування та подальшої інтродукції посадкового матеріалу в водойми різного походження та цільового призначення. При цьому планомірне зростання промислових запасів значною мірою стримується відсутністю достатньої кількості посадкового матеріалу, одержання якого є досить складним навіть при наявності необхідної кількості плідників. При всій удаваній вивченості різних аспектів оцінки якості плідників і потомства в рибогосподарської науки досі не проведено комплексного дослідження, в якому була б на єдиній методичній основі проаналізовано тріада «якість виробників – якість статевих продуктів – якість молоді» [7].

В цьому аспекті виникають кілька важливих проблем, однією із яких виступає необхідність збереження плідників під час проведення виробничих операцій із штучного відтворення на фоні можливого покращення якості отриманих статевих продуктів. Одним із шляхів подолання наголошеної проблеми може виступати застосування імуностимуляторів, що і стало основою проведених нами досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Цикл робіт, проведених дослідниками останнім часом дозволяє говорити про важливу роль якості плідників і отриманих статевих продуктів для отримання якісного життєстійкого посадкового матеріалу для інтродукції в природні і штучні водойми [8–10].

Традиційні методи вирощування і оцінки статевозрілих риб по екстер'єрних ознаках не в повній мірі відображають якісні характеристики плідників в умовах штучного відтворення, так як вони слабо пов'язані з рибоводними показниками інкубації і подальшим ембріональним розвитком [3; 7; 9]. Селекційна робота в поєднанні з оцінкою якості плідників по ланцюгу функціональних зв'язків «обмін речовин статевозрілих риб – плодючість – якість статевих продуктів – життєстійкість молоді» може служити одним з напрямків підвищення ефективності штучного розведення [7; 9; 11].

Удосконалення існуючих біотехнологій штучного відтворення передбачає пошук шляхів підвищення ефективності роботи з статевозрілими рибами. Ці шляхи базуються на досягненнях рибогосподарської науки, в тому числі на науково обґрунтованих методах збереження плідників і їхрепродуктивного потенціалу під час заводського відтворення [7; 12]. З практичної точки зору не існує єдиного підходу до оцінки якості плідників та методів їх збереження під час заводського відтворення. Одним із шляхів подолання даної ситуації може стати використання імуностимуляторів для підвищення рівню резистентності плідників.

Імуностимулятори – речовини, стимулюючі неспецифічну резистентність організму (НРО) і імунітет (гуморальні і клітинні імунні реакції). У літературі термін «імуномодулятор» часто використовується як синонім терміну «імуностимулятор».

Найчастіше застосування імуностимуляторів в рибництві пов'язане головним чином із годівлею риби для пом'якшення інфекційних захворювань або підвищення показників росту [13–16].

Проблеми збільшення продуктивності та виживаності при вирощуванні риби різних вікових груп також призвані різного роду кормові добавки, які підвищують резистентність організму. Існують методики введенні до складу основного раціону дволіток коропа сапоніту, анальциму та бентоніту [17], інактивованих пекарських дріжджів до раціону молоді російського осетра [18], бентонітових глин при вирощуванні товарної риби [19], досліджено вплив селену на метаболізм селенопротеїнів та антиоксидантний статус об'єктів аквакультури [20].

У той же час практично відсутні дані щодо використання імуностимуляторів для покращення рибничих показників при проведенні операцій із штучного відтворення, які характеризуються високим травматизмом плідників на фоні суттєвого погіршення їх фізіологічного стану. Застосування сучасних високоефективних препаратів для збереження плідників зможе зробити істотний внесок у вдосконалення біотехніки штучного риборозведення.

Постановка завдання. Мета і завдання дослідження полягали в удосконаленні методів збереження плідників рослиноїдних риб після заводського відтворення, пов'язаних із використанням імуностимуляторів

в умовах господарств півдня України.Експериментальна частина була спрямована на вивчення впливу препарату типового імуностимулятором рекомбінантного інтерферону. В дослідженнях нами було використано препарат рекомбінантного інтерферону людини Анфлурон. Даний препарат це перший та єдиний рекомбінантний інтерферон, створений в Україні з нуля, з етапу наукових розробок, після етапу тривалих дослідницьких робіт.

Інтерферони (ІФН) – це група біологічно активних білків або глікопротеїдів, синтезованих клітинами в процесі захисної реакції на чужорідні агенти – вірусну інфекцію, антигенну або мітогенний вплив.

ІФН різних видів тварин, незважаючи на незначні міжвидові розбіжності в амінокислотним складом, ефективно працюють в організмах гетерогенних тварин. При контакті ІФН з різноманітними клітинами організму, останні стають несприйнятливими до майже всіх відомих вірусів і багатьох токсинів білкової та іншої природи.

ІФН на відміну від імуностимуляторів (індукторів ІФН) є потужними модуляторами імунної системи. a-ІФН виробляється лімфоїдними клітинами у відповідь на чужорідні агенти – віруси, бактерії або непластичні агенти. Активізує майже всі клітини імунної системи, сприяє виробленню антитіл. Модулює В-клітинний імунітет. g-ІФН продукується активованими Т-лімфоцитами. Активізує клітини імунної системи, особливо макрофаги (підвищує активність у 1000 разів). Модулює Т-клітинний імунітет. Противірус на активність нижче, ніж в a-ІФН.

Місцем проведення спеціальних досліджень слугували інкубаційний цех та літньо-маточні стави ДУ Новокаховського рибзаводу частикових риб. Матеріалом досліджень виступали плідники білого товстолобика, вирощені в умовах господарства.

Для проведення експерименту із вивчення впливу імуностимуляторів на якість плідників були сформовані дослідна та контрольна групи по 28 особин [21; 22]. В якості експериментального імуностимулятора нами було використано Анфлурон 2 МО, у флаконах ємністю 10 мл. Він представляв собою стерильний ізотонічний (0,15 NaCl, 0,1 Na, К-фосфати рН 7,2–7,4) водний розчин рекомбінантних a- и g-інтерферонів – аналогів людських a-2a- и g-інтерферонів, загальний білок <15мкг / мл.

Препарат вводили згідно діючої методики, внутрішньом'язово, один раз, одразу після відбору статевих продуктів. Укол робили в спинні м'язи під кутом 45° під переднім краєм спинного плавця. Місце ін'єкції обробляли 75%-м етиловим спиртом.

Після ін'єкції плідників експериментальної групи відсаджували у літньо-маточний став, площею 0,9 га. В аналогічний став була висаджена і контрольна група. Остаточний контроль виживаності експериментального матеріалу проводився під час розвантаження літньо-маточних ставів

методом прямого обліку [21; 22]. Морфологічні дослідження плідників проводили за загальновживаними методиками із визначенням основних індексів тілобудови [22].

Виклад основного матеріалу дослідження. Враховуючи фармокодинаміку препарату, його дію на організм риби за нашими дослідженнями та за даними матеріальних джерел дію рекомбінантного інтерферону можна поділити на 2 фази: перша – це сильна бактеріостатична та бактерицидна дія на всі відомі групи бактерій, грибкові захворіння та навіть віруси, завдяки чому препарат сильно діє як антибактеріальний та протизапальний засіб, ця дія продовжується на протязі як мінімум восьми діб. Саме в цей час організм риби має найменшу резистентність і здатен піддаватися як дії патогенної мікрофлори, так і дії секундарних мікроорганізмів. Навіть запалення, що природньо виникають після отримання статевих продуктів у внутрішніх органах, в м'язах, в наслідок введення препаратів гіпофізу та на поверхневих утвореннях, в наслідок травматизації при облові та маніпуляціях за ходом нерестової компанії частіше призводять до виникнення різноманітних патологічних процесів в організмі плідників. Зважаючи на фізіологічний стан вище зазначені процеси впливають вкрай негативно на виживаємість плідників рослиноїдних риб, зумовлюючи в основному їх відхід.

Друга фаза дії препарату зумовлена особливостями основної діючої речовини. За фармацевтичними властивостям — це є стимулююча та імунопротекторна дія. Саме ці властивості вкрай необхідні при післянерестового утриманні плідників. Якщо під час першої фази збереженість плідників обумовлюється профілактикою інфекційних хвороб та післянерестових ускладнень інфекційної етнології, то на другій фазі бажаною є стимулююча дія імуностимулятора як основної складової частини препарату. Ця дія проявляється в стимуляції імунітету, внаслідок чого збільшується резистентність організму плідників, стимулюються процеси травлення, дихання і, що важливо, регенерація тканин.

При проведенні експериментальних досліджень якості імуностимулятора нами було використано Анфлурон 2 МО, який вводили в м'язову частину тіла плідників перед висадкою їх на нагул. Як показали наші дослідження, внаслідок стимулюючої дії імуностимулятора скорочується термін фізіологічної реабілітації після отримання статевих продуктів. Стимулююча дія препарату дозволяє плідникам розпочати живлення в більш ранні строки, що позитивно відображається на рості риб та розвитку їх статевих залоз. Все це легко простежується при порівнянні лінійно-вагових показниках плідників експериментальної та контрольної груп, отриманих під час осінньої інвентаризації.

В результаті кінцева маса плідників експериментальної групи перебільшувала аналогічний показник риб контрольної групи на 5,4–10,0%, що в середньому складало близько 7,7%. Дещо менша різниця спостерігалася в лінійних показниках – 1,9–5,1% (табл. 1).

Таблиця 1. **Якісна оцінка самиць білого товстолобика(x ± SE, n = 56)**

Показники	x ± SE		σ		M_{diff}
	дослід	контроль	дослід	контроль	
Маса, кг	5.92±1.41	5.46±1.86	1.79	1.87	0,22
Повна довжина L, см	79.91±3.60	79.45±2.54	7.05	7.82	0,13
Мала довжина l, см	66.17±6.55	65.97±11.43	7.21	7.31	0,02
Висота тіла H, см	22.83±0.70	19.89±1.68	3.39	3.02	1,65
Обхват тіла O, см	41.28±2.40	40.19±4.37	6.35	6.27	0,22
Індекс I/H	34.50±0.99	30.15±1.07	2.25	2.02	3,68
Індекс I/O	62.38±0.15	60,92±0.23	2.09	2.01	5,32

Найбільш яскраво стимулююча дія препарату проявилася при порівнянні індексів тілобудови плідників, задіяних в експерименті. За показниками високоспинності та індексу обхвату тіла плідники експериментальної групи перебільшувала аналогічний показник риб контрольної групи на 12,6 та 2,3% відповідно. При цьому спостерігалася достовірна математична різниця між цими показниками, коефіцієнт дифференції рядів коливався в межах 3,68–5,32.

Антимікробна та стимулююча дія препарату також відобразились і на показниках виживаності плідників, що зображено в таблиці 2.

Вже в перші три доби смертність плідників експериментальної групи зменшувалася на 12% порівняно із нормативними показниками. В той же час плідники контрольної групи демонстрували практично нормативні відходи. Така тенденція збереглася і в період літнього утримання.

Таблиця 2. **Вплив імуностимулятора на виживаність плідників білого товстолобика**

Групи плідників	Відхід за перші три доби після нерестового утримання		Відхід за період літнього утримання		Відхід всього за період спостереження	
	екз	%	екз	%	екз	%
Дослід	5	17,2	1	3,4	6	20,6
Контроль	8	27,5	8	27,5	16	55,0

Саме за час літнього утримання і нагулу плідників проявляються усі негативні наслідки, пов'язані із якістю плідників та рівнем їх резистентності. Загальна виживаність плідників експериментальної групи за весь період спостереження досягала 79%. В той же час смертність риб контрольної групи перевищувала 55%.

Висновки. Проведений аналіз дає змогу зробити висновок про доцільність обробки плідників препаратом в якості промікробного та стимулюючого засобу. Використання експериментального імуностимулятора Анфлурона 2 МО в значній мірі підвищує резистентність плідників товстолобика після операцій із штучного відтворення в заводських умовах. Проін'єктовані плідники демонстрували більш високий ріст і виживаність протягом усього періоду спостережень. Сама обробка легко вписується у технологію заводського відтворення рослиноїдних риб і може бути пропонована до введення в технологічну схему штучного відтворення.

THE INFLUENCE OF IMMUNOSTIMULATORS ON THE SURVIVAL OF FERTILIZERS OF VEGETABLE FISH

Olifirenko V. V. *– Candidate of Veterinary Medicine, Associate Professor,*
Kozichar M. V. *– Ph.D.,*
Kherson State Agrarian and Economic University

The increase in the number of the planet's population poses a number of tasks to the specialists of the fishing industry to provide people with a sufficient number of high-quality, first of all, protein products. Ukraine has a sufficient resource of water bodies and has potential opportunities for the construction and development of a powerful fishery complex. This makes it necessary to find ways to restore the volume of fish catches in inland reservoirs and increase the productivity of fish farms. One of the ways to solve this problem is the organization of a large-scale introduction of valuable commercial fish species into natural and transformed reservoirs. The latter should be based on the annual receipt of a sufficient number of high-quality and viable young fish. This is not possible without the presence in specialized farms of their own repair and brood stock capable of ensuring effective artificial reproduction of fish. For this problem, the preservation of breeding stock, their quality and the possibility of rapid restoration of reproductive potential after technological works are the main factors of effective fish farming. One of the ways to overcome the highlighted problem can be the use of immunostimulants, which became the basis of our research.

The main goal of the study was to improve the methods of preservation of herbivorous fish brood after factory reproduction, associated with the use of immunostimulants in the conditions of farms in southern Ukraine. The place of special researches was the hatchery shop and the summer-brood ponds of the Novokakhovsky Fish Farm of the Small Fish. The material of the research was the breeding stock of white carp grown under the conditions of the farm. The research was carried out using methods commonly used in fish farming.

The conducted analysis makes it possible to draw a conclusion about the expediency of treating broodstock with the drug as an antimicrobial and stimulating agent. The use of the experimental immunostimulant Anfluron 2 MO significantly increases the resistance of carp breeders after artificial reproduction operations in factory conditions. Injected breeders demonstrated higher growth and survival throughout the observation period.

Keywords: immunostimulant, fish, carp, reproduction, resistance, survival, breeders.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь «Цілі Сталого Розвитку: Україна». За координацією Н. Горшкової. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, 2017. 176 с. URL: http://www.un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf.
2. Пилипенко Ю. В. Оценка производителей белого толстолобика выращенных в различных условиях : материалы международной науч.-практ. конф. : *«Проблемы воспроизводства растительноядных рыб, их роль в аквакультуре»*. Адлер. 2003. С. 37–38.
3. Виноградов В. К., Веригин Б. Ф., Ерохина Л. В. Руководство по биотехнике разведения и выращивания дальневосточных растительноядных рыб. Москва : ООО «ИП Комплекс», 2000. 211 с.
4. Грициняк І. І., Третяк О. М. Пріоритетні напрямки наукового забезпечення рибного господарства України. *Рибогосподарська наука України*. К. : ІРГ НААНУ, 2014. № 1. С. 5–20.
5. Пилипенко Ю. В., Оліфіренко В. В., Корнієнко В. О., Поліщук В. С., Довбиш О. Е., Лобанов І. А. Екологічні передумови раціонального ведення рибного господарства Дніпровсько-Бузької естуарної області. Херсон : Грінь Д.С., 2013. 190 с.
6. Шерман І. М., Гейна К. М., Козій М. С., Кутіщев П. С., Воліченко Ю. М. Рибальство та рибництво трансформованих річкових систем півдня України: Наукова монографія. Херсон : Вид-во Гринь Д.С., 2016. 308 с.
7. Шерман І. М., Євтушенко М. Ю. Теоретичні основи рибництва: підручник. К. : Фітосоціоцентр, 2011. 484 с.
8. Шерман І. М., Шевченко В. Ю., Корнієнко В. О., Ігнатов О. В. Еколого-технологічні основи відтворення і вирощування молоді осетроподібних. Херсон : Олді-Плюс, 2009. 348 с.
9. Шерман І. М., Данильчук Г. А., Незнамов С. О. Екологія та технологія виробництва посадкового матеріалу коропових в умовах Півдня України : наукова монографія. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 228 с.
10. Дмітрієв Є. В., Саркісян В. І, Рекрут С. В. Шляхи удосконалення технології формування племінного матеріалу рослиноїдних риб в умовах ставів півдня України. *Таврійській науковий вісник*. 2007. Вип. 46. С. 105–111.
11. Шерман І. М., Гринжевський М. В, Грициняк І. І. Розведення та селекція риб. К. : БМТ, 1999. 336 с.
12. Коваленко В. О., Шумова В. М., Поплавська О. С. Удосконалення технології відтворення об'єктів рибництва (на прикладі стерляді і білого товстолоба). Матеріали наук.-практ. семінару на виставці «FishExpo-2015» в рамках Міжнародної виставки-ярмарку «Агро2015» (05 червня 2015 р., м. Київ). К. : НТУУ «КПІ», 2015. С. 82–89.

13. Dawood, M. A. O., Koshio, S., Esteban, M. Á. (2018). Beneficial roles of feed additives as immunostimulants in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*. Vol. 10, Iss. 4, 950–974. URL: https://doi.org/10.1111/raq.12209
14. Mehana1, E. E., Rahmani, A. H. and Aly S. M. (2015). Immunostimulants and Fish Culture: An Overview. *Annual Research & Review in Biology*, 5(6), 477–489. DOI: 10.9734/ARRB/2015/9558.
15. Doan, H. V., Hoseinifar, S. H., Khanongnuch, Ch., Kanpiengjai, A., Unban, K., Kim, V. V., Srichaiyo, S. (2018). Host-associated probiotics boosted mucosal and serum immunity, disease resistance and growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, Volume 491, 94–100. URL: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.03.019.
16. Chieng, C. C. Y., Daud, H. M., Yusoff, F. M., Abdullah, M. (2018). Immunity, feed, and husbandry in fish health management of cultured Epinephelus fuscoguttatus with reference to Epinephelus coioides. *Aquaculture and Fisheries*. Vol. 3, Iss. 2, 51–61. URL: https://doi.org/10.1016/j.aaf.2018.01.003.
17. Батуревич, О. О., Берсан, Т. О. Продуктивна та економічна ефективність вирощування товарного коропа за використання в годівлі нетрадиційних кормових добавок. *Рибогосподарська наука України*. К. : ІРГ НААНУ, 2020. № 2(52). С. 86–96. DOI: https://doi.org/10.15407/fsu2020.02.086
18. Simon, M., Kurinenko, H., Kolesnik, N. Economic efficiency of growing early juveniles of russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*, Brandt & Ratzeburg, 1833) with the introduction of inactivated baker's yeast in their diet. *Рибогосподарська наука України*. К. : ІРГ НААНУ, 2020. № 2(52). С. 78–85. DOI: https://doi.org/10.15407/fsu2020.02.078.
19. Hussain, D. (2018). Effect of Aflatoxins in Aquaculture: Use of Bentonite Clays as Promising Remedy. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1009–1016. URL: http://www.trjfas.org/10.4194/1303-2712-v18_8_10 (дата звернення 05.04.2021).
20. Bityutskyy V. S., Tsekhmistrenko S. I., Tsekhmistrenko O. S., Oleshko O. A., Heiko L. M. Influence of selenium on redox processes, selenoprotein metabolism and antioxidant status of aquaculture facilities. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 114. Херсон : Видавничий дім Гельветика, 2020. С. 231–240.
21. Ушкаренко В. О., Голобородько В. О., Коковіхін С. В. Методика польового досліду (зрошувальне землеробство). Навчальний посібник. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.
22. Пилипенко Ю. А., Шевченко П. Г., Цедик В. В., Корнієнко В. О. Методи іхтіологічних досліджень : навчальний посібник. Херсон : Олді-плюс, 2017. 432 с.

REFERENCES

1. *Nacional'na dopovid' „Cili Stalogo Rozvytku: Ukrai'na"* (2017). [National report "Sustainable Development Goals: Ukraine"]. Under the coordination of N. Horshkova. Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine. URL: http://www.un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf. [in Ukrainian].
2. Pilipenko Ju. V. (2003). *Ocenka proizvoditelej belogo tovstolobika vyrashhennyh v razlichnyh uslovijah* [Evaluation of producers of white carp grown in different conditions]. Proceedings of the *Problems of reproduction of herbivorous fish, their role in aquaculture*: mezhdunar. nauch. konf. Adler. 37–38. [in Russian].
3. Vinogradov V. K., Verigin B. F., Erohina L. V. (2000). *Rukovodstvo po biotehnike razvedenija i vyrashhivanija dal'nevostochnyh rastitel'nojadnyh ryb* [Guidelines for the biotechnology of breeding and growing Far Eastern herbivorous fish]. Moscow: OOO "IP Kompleks". [in Russian].
4. Grycynjak I. I., Tretjak O. M. (2014). *Priorytetni naprjamky naukovogo zabezpechennja rybnogo gospodarstva Ukrai'ny* [Priority areas of scientific support of the fishery industry of Ukraine]. *Rybogospodars'ka nauka Ukrai'ny*, no. 1, 5–20. [in Ukrainian].
5. Pylypenko Ju. V., Olifirenko V. V., Kornijenko V. O., Polishhuk V. S., Dovbysh O. E., Lobanov I. A. (2013). *Ekologichni peredumovy racional'nogo vedennja rybnogo gospodarstva Dniprovs'ko-Buz'koi' estuarnoi' oblasti* [Ecological prerequisites for rational management of fisheries in the Dnipro-Buzka estuary region]. Kherson : Grin' D.S. [in Ukrainian].
6. Sherman I. M., Gejna K. M., Kozij M. S., Kutishhev P. S., Volichenko Ju. M. (2016). *Rybal'stvo ta rybnyctvo transformovanyh richkovyh system pivdnja Ukrai'ny* [Fishing and fish farming of transformed river systems of southern Ukraine]. Scientific monograph. Kherson : Gryn' D.S. [in Ukrainian].
7. Sherman I. M., Jevtushenko M. Ju. (2011). *Teoretychni osnovy rybnyctva* [Theoretical foundations of fish farming]. Textbook. Kyiv : Fitosociocentr. [in Ukrainian].
8. Sherman I. M., Shevchenko V. Ju., Kornijenko V. O., Ignatov O. V. (2009). *Ekologo-tehnologichni osnovy vidtvorennja i vyroshhuvannja molodi osetropodibnyh* [Ecological and technological bases of reproduction and rearing of sturgeon juveniles]. Kherson : Oldi-Pljus. [in Ukrainian].
9. Sherman I. M., Danyl'chuk G. A., Neznamov S. O. (2014). *Ekologija ta tehnologija vyrobnyctva posadkovogo materialu koropovyh v umovah Pivdnja Ukrai'ny* [Ecology and technology of carp planting material production in Southern Ukraine]. Scientific monograph. Kherson : Grin' D.S. [in Ukrainian].
10. Dmitrijev Je. V., Sarkisjan V. I, Rekrut S. V. (2007). *Shljahy udoskonalennja tehnologii' formuvannja pleminnogo materialu roslynoi'dnyh ryb v umovah*

staviv pivdnja Ukrai'ny [Ways of improving the technology of forming the breeding material of plant-eating fish in the conditions of the ponds of southern Ukraine]. *Tavrijs'kij naukovyj visnyk*, Issue 46, 105–111. [in Ukrainian].

11. Sherman I. M., Grynzhevs'kyj M. V, Grycynjak I. I. (1999). *Rozvedennja ta selekcija ryb* [Breeding and selection of fish]. Kyiv : BMT. [in Ukrainian].
12. Kovalenko V. O., Shumova V. M., Poplavs'ka O. S. (2015). *Udoskonalennja tehnologii' vidtvorennja ob'jektiv rybnyctva (na prykladi sterljadi i bilogo tovstoloba)* [The improvement of the technology of reproduction of fish farming objects (using the example of sterlet and white sturgeon)]. Proceedings of the Scientific and practical seminar at the exhibition «FishEhpo-2015» within the framework of the international exhibition-fair «Agro2015» (the 05th of June 2015, Kyiv). Kyiv : NTUU «KPI». pp. 82–89. [in Ukrainian].
13. Dawood, M. A. O., Koshio, S., Esteban, M. Á. (2018). Beneficial roles of feed additives as immunostimulants in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*. Vol. 10, Iss. 4, 950–974. URL: https://doi.org/10.1111/raq.12209
14. Mehana1, E. E., Rahmani, A. H. and Aly S. M. (2015). Immunostimulants and Fish Culture: An Overview. *Annual Research & Review in Biology*, 5(6), 477–489. DOI: 10.9734/ARRB/2015/9558.
15. Doan, H. V., Hoseinifar, S. H., Khanongnuch, Ch., Kanpiengjai, A., Unban, K., Kim, V. V., Srichaiyo, S. (2018). Host-associated probiotics boosted mucosal and serum immunity, disease resistance and growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, Vol. 491, 94–100. URL: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.03.019.
16. Chieng, C. C. Y., Daud, H. M., Yusoff, F. M., Abdullah, M. (2018). Immunity, feed, and husbandry in fish health management of cultured Epinephelus fuscoguttatus with reference to Epinephelus coioides. *Aquaculture and Fisheries,* Vol. 3, Iss. 2, 51–61. URL: https://doi.org/10.1016/j.aaf.2018.01.003.
17. Baturevych, O. O., Bersan, T. O. (2020). *Produktyvna ta ekonomichna efektyvnist' vyroshhuvannja tovarnogo koropa za vykorystannja v godivli netradycijnyh kormovyh dobavok* [Productive and economic efficiency of commercial carp cultivation using non-traditional feed additives in feeding]. *Rybogospodars'ka nauka Ukrai'ny*, no. 2(52), 86–96. [in Ukrainian].
18. Simon, M., Kurinenko, H., Kolesnik, N. (2020). Economic efficiency of growing early juveniles of russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*, Brandt & Ratzeburg, 1833) with the introduction of inactivated baker's yeast in their diet. *Rybogospodars'ka nauka Ukrai'ny*, no. 2(52), 78–85. DOI: https://doi.org/10.15407/fsu2020.02.078.
19. Hussain, D. (2018). Effect of Aflatoxins in Aquaculture: Use of Bentonite Clays as Promising Remedy. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1009–1016. URL: http://www.trjfas.org/10.4194/1303-2712-v18_8_10.

20. Bityutskyy V. S., Tsekhmistrenko S. I., Tsekhmistrenko O. S., Oleshko O. A., Heiko L. M. (2020). Influence of selenium on redox processes, selenoprotein metabolism and antioxidant status of aquaculture facilities. *Taurida Scientific Herald,* Vol. 114, 231–240.
21. Ushkarenko V. O., Goloborod'ko V. O., Kokovihin S. V. (2014). *Metodyka pol'ovogo doslidu (zroshuval'ne zemlerobstvo)* [Methodology of field experiment (irrigated agriculture)]. Textbook. Kherson : Grin' D.S. [in Ukrainian].
22. Pylypenko Ju. A., Shevchenko P. G., Cedyk V. V., Kornijenko V. O. (2017). *Metody ihtiologichnyh doslidzhen'* [Methods of ichthyological research]. Textbook. Kherson : Oldi-pljus. [in Ukrainian].

UDC 639.2/.3
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.8

ASSESSING THE FISH AND FISH PRODUCT QUALITY AND THE CONSUMER PREFERENCES OF UKRAINIANS AT THE ODESA FISH AND FISH PRODUCT MARKET

Soborova O. M. *– Ph.D. in Geographical Sciences, Associate Professor,*
Sydorak R. V. *– Graduate Student,*
Kudelina O. Yu. *– Senior Lecturer,*
Odessa State Environmental University,
olya.soborova@gmail.com, fireflyrvs@gmail.com, ol.ryd63@gmail.com

Nowadays, market relations are increasingly becoming the main factors in regulating the fish products production, affecting the price level and dynamics and other activity indicators. Modern parameters of developing the domestic fishing industry, such as: production volumes, quality, prices, an assortment of fish and aquatic bioresources products – are determined by the specific conditions of producing anddistributingthe products, by reducing and increasing the price of resources, by the objective laws of the market (cost, demand, supply, monetary exchange) and by changingthe market conjuncture. The existing conditions need developing the new approaches to managing the economy from the standpoint of marketing, forecasting and developing the strategies to ensure the effectiveness of the functioning the individual industries and the state as a whole through the rapid adaptation to the changing external conditions. In the contex of the aggravation of the food problem, marketing studies of developing the agrarian market acquire special scientific theoretical and practical significance. The system of conducting marketing research and ensuring the effective functioning of the fish and aquatic bioresources market in Ukraine is extremely important.

In the market of fish and aquatic bioresources products in Ukraine, there is a positive trend towards an increase in the production volumes, which will continue in the near future with a high probability. At the same time, along with the significant potential of the domestic fish industry and the prospects for further market transformations, it should be noted that in modern realities its resource, technological, marketing, organizational and management components lag far behind the level of the counterparts in the economically developed countries. The concept of marketing is considered from the classical (limited) and modern (generalized) points of view as a market concept of modern production management.

Managers and specialists of retail trade enterprises were questioned.

One of the main restraining factors is the insufficient using marketing techniques by the subjects of the fish products market and the imperfection of its infrastructural support.

The key issues of the research are forming the fish producers marketing activity system, which concerns studying the fish product sales markets, decision-making on the technology of growing fish and aquatic biological resources, storage, pre-sale preparation, packaging, transportation, sales and developming the infrastructure of the fish product market.

Keywords: market, fish products, seafood, fish products, consumers, fish shops, enterprise, marketing research, Ukrainian market.

Introduction. Nowadays the fish and seafood market is one of the most dynamically growing segments of the food market in Ukraine. The main purpose of the fishing industry is to ensure the food security of the country, which means accessingthe food necessary for a healthy and active life for all people at any time [2; 8].

Fish products are one of the most important components of a balanced diet – animal protein, which is one of the scarcest products in the world. It meets less than 30% of the total world needs [8].

The purpose of the work was a marketing research of population consumer preferences on the market of fish products of Ukraine.

To achieve the goal, the following tasks were set: to consider the Ukrainian fish and seafood market; to evaluate the import of fish and seafood; to conduct an analysis of fish and seafood consumption in Ukraine, to identify consumer preferences.

Materials and methods. To achieve the goal of the research, the following methods and sources of information were used: data from the market participants, information materials from official sources of the Ukrainian Fisheries Agency, to analyze the Ukrainian fish and seafood market, to analyze the data from the market participants.

Results and discussion. Managers and specialists of retail trade enterprisesand consumers (125 respondents) were questioned. 20% of them were representatives of the specialized shops and 80% were the consumers who bought fish and fish products at the fish departments in the supermarkets and at the markets [8].

Suppliers of retail trade enterprises are most often permanent and account for 70% of the total number of suppliers. About 60% of the surveyed stores use the services of non-permanent suppliers, and most often, the older the store, the more reluctant it is to change its suppliers. Across the total, an average number of the supplier change frequency is less than a year. Stores rarely conduct supplier surveysand do it without conducting special studies. At the same time, the main parameter for choosing a supplier is the price. 80% of respondents called this indicator as the most important. The second place was taken by the quality of the products, and the third place was taken by the assortment. Such qualities of a supplier as reliability or supply convenience, in principle, do not play a dominant role when selecting a new supplier.

As a result of the research, it was found that the frequency of purchases is most often determined by the store turnover and varies from daily deliveries (in the large stores like "Tavria B") to weekly deliveries, which indicates that the fish offered by the shops to the Odessa residents is completely fresh, if we assume the honesty of the respondents' answers.

Special fish shops try to reduce a share of fish products in the general store turnover, diluting it with some other food products: sauces, vegetables, alcoholic drinks. In these stores, a share of fish products is usually 75–80%, and in the grocery stores and supermarkets, a share of the fish department in the total store turnover is usually up to 20% of all sold products [4; 5].

Retail businesses prefer to purchase frozen fish, as the costs of its storage are much lower. In addition, keeping live fish requires special equipment, which is often not available. Speaking about the type offish they buy, the following pattern was found: stores prefer to buy fillets and carcasses. A share of whole fish in the store purchase is about 20%. This indicates the predominance of frozen fish on the store shelves (Table 1).

Table 1. **Type of fish purchased by stores (State Statistics Service of Ukraine)**

Carcasses	Fillet	Semi-finished products	Fish product	Preserves	Whole
25%	35%	5%	10%	5%	20%

In principle, this scale corresponds to the consumer preferences.

Most respondents answered the questions of this consumer survey negatively, motivating their answer with a lack of time, a lack of employees who would do it and insufficient funding [4].

Fish products consumers. In order to study the fish products consumers, a questionnaire was conducted and 100 people took part in it. The surveys were conducted in all places of fish and fish products retail trade: at the specialized fish shops, at the fish departments in the supermarkets and at the wholesale food markets. The purpose of the survey was to segment the fish products market and to assess positioning these products at the Odesa market. Assessing the potential demand for fish and the prospect of its increasing in future periods was also quite an important factor (Table 2).

Table 2. **Type of fish purchased by consumers**

Carcasses	Fillet	Semi-finished products	Fish product	Preserves	Whole
62%	53%	12%	19%	32%	45%

Market segments were determined by demographic characteristics: gender, age, income.

Men, as before, go to the shops rarely, so the majority of respondents are women. They make up 53% of the total number of respondents. Ranking them by age, the following ratios were obtained: 22–40 years – 70%, 41–55 years – 14%, over 55 years – 16% [4].

From these data it follows that advertising the fish products and stimulating their consumption should be aimed at middle-aged women who have families, because this segment has the largest specific gravity among the rest.

Income became the leading socio-demographic indicator, and further segmentation of the market was carried out taking it into account. Based on the identified buying trends, consumers were divided into three main groups: with a total family income of up to UAH 12,000, from UAH 12,000 to UAH 20,000, and over UAH 20,000 (Table 3).

Table 3. **Segmenting the consumers by income**

Income	Number of respondents (people)	Number of respondents (%)
up to UAH 12,000	55	55
from UAH 12,000 to UAH 20,000	24	24
more than UAH 20,000.	21	21

As you can see, the main part of the buyers are people with an average income. Then we will consider each of the groups for identifying their preferences and buying trends.

The total income up to UAH 12,000. 55% of the respondents say that they buy fish because they like it, the factor of usefulness is at the last place (Fig. 1).

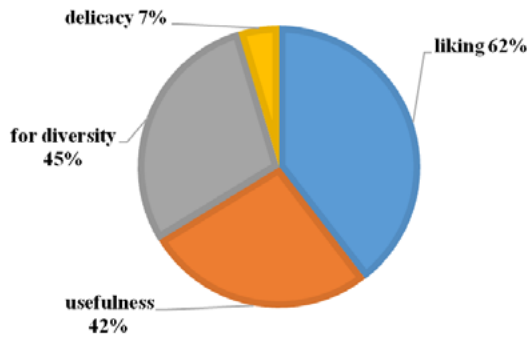


Fig. 1. **Structure of the buyers' preferences**

Most often, when buying one or another type of fish the decisive moment is its price, so the representatives of this group buy mainly ordinary sea fresh-frozen fish: hake, pollock, herring. This fish is the cheapest and has its regular buyers, although the fresh fish sector is quite large, but the buyers of this market segment treat frozen river fish rather coldly (Fig. 2).

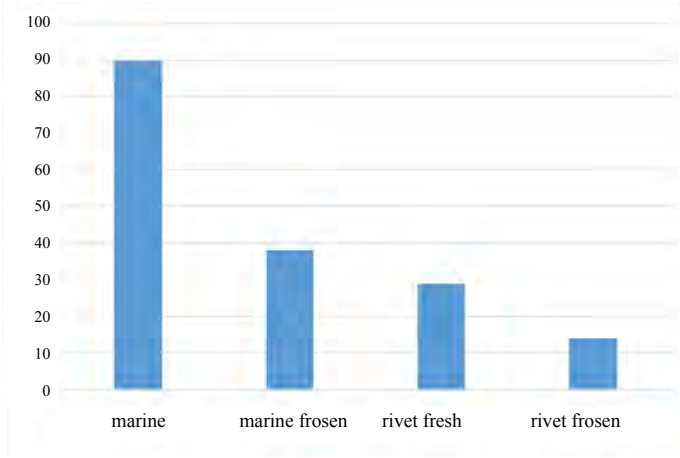


Fig. 2. **Demand for different types of fish**

Speaking about the type of buying fish, it is necessary to emphasize that even buyers with a small income prefer processed fish, that is, decapitated carcasses and fillets. A share of buying the whole unprocessed fish is quite small, and it is the samefor other semi-finished products. Comparing the volume of supplyingthe whole fish to the shops and the demand for it, it can be said that this product does not have a sufficient potential for its further promotion to the market. Gradually, the number of whole fish on the shelves should be reduced, giving way to a more perfect product-processed fish. Such a low demand for semi-finished products in this group is due to their high prices, although, subject to a price reduction this product is very promising in the future. Fish products are not used by this population group, as they belong to the category of delicacies on the table of the middle-class Odesans (Table 4).

Table 4. **Demand for the different types of fish**

Type of fish processing	Number of interviewees (people)	Number of interviewees (%)
carcasses	34	62
fillet	26	47
whole	26	47
fish products	13	24
semi-finished products	8	14

People of this segment buy fish no less than once a month, and even once a week, which indicates the place of this product on the tables of Odesans. Fish are usually bought in small quantities – up to 1 kg. If earlier fish were often bought for animals, now it has become very expensive, and in addition, special feeds have appeared.

Examining the quality of fish products in the Odesa market, we can come to the disappointing conclusion that it mostly suits the consumers of this group. Although there are complaints about dryness, over-frozenness of thefish and a lack of river fish in the range of the stores. The prices, according to most buyers, are quite high, although the share of buyers who are satisfied with the prices is also significant (Table 5).

Table 5. **Answers to the question: "Are you satisfied with the quality of fish products?"**

Answer option	Number of respondents (people)	Number of respondents (%)
Yes	44	80
No	13	24

Dividing this group by places of buying, we can say that those who are interested in prices buy fish at the market because it is cheaper, and those who are interested in quality (which is rare in this group of buyers) buy fish in the shops. Moreover, they are supporters of the same store. If a representative of this group is a regular visitor to the store, it is usually due to the convenience of its location, or because the consumer knows the quality of the product he will buy there.

The total income from UAH 12,000 to UAH 20,000.

As already mentioned, this group has the largest specific gravity in the total survey.

Speaking about the preference criteria, it should be emphasized that, just as in the low-income group, the main role in buying fish is played by the factor of "liking" for fish and fish products, but it is necessary to note the increased values of factorsfor usefulness and variety. Therefore, it is possible to put forward a hypothesis about the dependence of consumers' incomes and their desire to have a healthy lifestyle, that is, to consume natural, high-quality, expensive food products (Fig. 3).

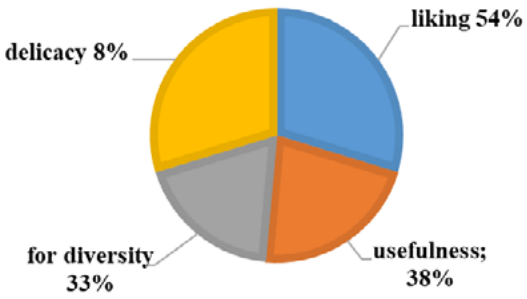


Fig. 3. **Structure of the buyers' preferences**

The representatives of this group also prefer frozen fish. 50% of the respondents answered that frozen fish is easier for them to deal with it is easier to store and to prepare it. Although, a share of buyers who want to buy fresh fish has increased incomparably compared to the previous group, which indicates the demands to the quality of fish with increasing income.

Analyzing the obtained data (Fig. 4), we can say that Odesa stores do not satisfy this segment of the market, because there is not much fresh fish on the shelves, and the demand for it is quite high – 54%.

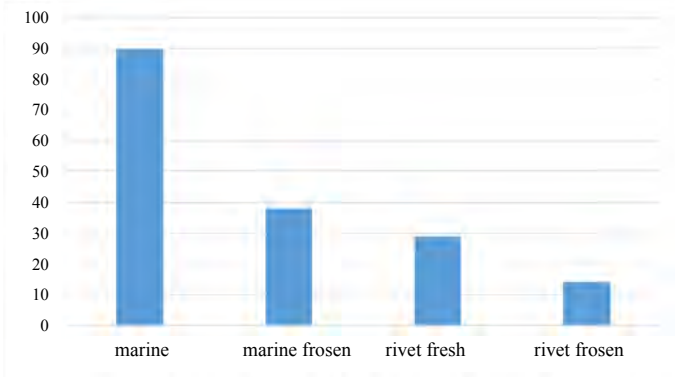


Fig. 4. **Demand for different types of fish**

As for the type of buying fish the reluctance to buy unprocessed fish can be traced even more clearly, but unlike the previous group, which mainly prefers processed carcasses, this group prefers fish fillets, despite the fact that the prices for it is an order of magnitude higher than for carcasses (Table 6). Regarding the consumption of whole fish (that has not undergone any processing), it can be said that with the increase in income, its consumption is constantly falling.

Table 6. **Demand for the different types of fish**

Type of fish processing	Number of interviewees (people)	Number of interviewees (%)
carcasses	17	71
fillet	13	54
whole	8	33
fish products	2	8
semi-finished products	2	8

Consumers of such expensive goods as fish products appear in this segment. The attitude towards semi-finished products is as cold as in the previous group, but the reason is not a price, but a questionable quality and usefulness of these products. For the most part, female customers do not buy semi-finished

products due to the sufficient amount of food additives, dyes and preservatives that are present in this type of fish products, in their opinion.

Most buyers buy fish once a week, which is quite logically confirmed by the criteria of fish liking. The following relationship between the frequency and the reason for buying fish was observed: if a purchase is made because of liking the fish products, then it is made once a week. If the main factor preceding the purchase was the desire to diversify the diet, then most often the answer to the question about the frequency of purchases was "sometimes". The consumers who bought fish because of its usefulness answered that they buy fish once a month or even less often.

We can also talk about the relationship between the amount of bought fish and the frequency of buying. However, in this case, there is another parameter such as a size of the family, although in principle most of the respondents buy fish in the amount of 1 to 2 kg, which quite accurately confirms the opinion about the existence of fish days in most Odesa families with an average income.

In this part of the respondents, a share of consumers who buy fish as animal feed is increasing, although 6% of representatives of this group answered the question "Who do you buy fish for?" in such a way "both themselves and animals" because they believe that it is useful for everyone, and the funds allow to feed animals with fish.

The increase in the number of people dissatisfied with the quality of fish products is quite understandable (Table 7).

Table 7. **Answers to the question: "Are you satisfied with the quality of fish products?"**

Answer option	Number of respondents (people)	Number of respondents (%)
Yes	22	92
No	2	8

If a consumer is not satisfied with the price of fish, that is, he considers it is quite high, and then he does not want to buy fish in the stores and goes where it is cheaper – to the wholesale markets. However, there is no such strict control over the fishquality, so there are often complaints about frozen, rotten fish or poorly processed fillets.

It should be noted that most people who buy fish in a store, buy them in "their" store, that is, where its quality is guaranteed, and where they have been customers for a long period of time. However, in this socio-demographic group, the choice of a store is influenced not only by a certain quality of products or its nearness to the house, but also by the variety of the assortment. In addition, the factor of its successful location has an important influence on the choice of a store.

The segment of the fish products consumers with an income more than UAH 20,000.

Regarding this group of fish products consumers, it should be noted that all the main trends continue to persist and to develop.

Very sharply, the criterion of usefulness comes to the fore, as the main one that determines the purchase. With an increase in income, the population begins to strive to increase the consumption of useful products, because they focus on the foreign countries, and a relatively high income makes it possible to fulfill their desires. It is interesting that in this segment the factors of liking and delicacy of fish coincide. This is due to the fact that the representatives of this group can afford to buy expensive fish products and the consumption of food delicacies in this sector exceeds the rest (Fig. 5).

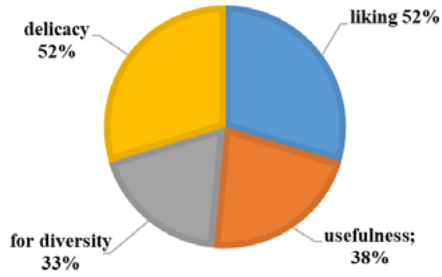


Fig. 5. **Structure of consumer preferences**

With the growth of income, there is a desire to diversify a diet more and more.Talking about the preference of one or another type of fish, it must be said that such a ratio in favor of sea fish is caused by the fact that buyers consider sea fish as more useful due to the iodine content (Fig. 6).

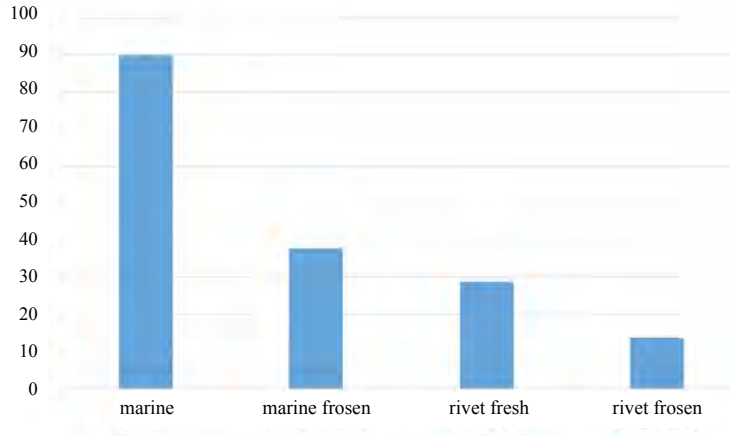


Fig. 6. **Demand for different types of fish**

Such a trend related to the consumption of processed fish in this segment is taking on a pronounced appearance. Even carcasses are already considered insufficiently processed not to mention whole fish. Fillet is the most preferred. Also, the role of buying the fish products is growing, which is fully explained by the increasing role of delicacy in determining the preference when buying. Semi-finished products, as before, are not in particular demand (Table 8).

Table 8. **Demand for the different types of fish**

Type of fish processing	Number of respondents (people)	Number of respondents (%)
carcasses	10	48
fillet	14	67
whole	6	29
fish products	4	19
semi-finished products	2	10

The vast majority of buyers belonging to this socio-demographic group buy fish in quantities from 1 to 2 kg, although a fairly large number buy up to 1 kg. Regarding the frequency of purchases, it can be said that in this segment, however, as in all others, the number of people who buy fish once a week is much more than others, which allows us to conclude that the frequency of purchases does not depend on income, and almost all fish consumers buy it every week. The ratio of the product quality and the price remains the same as in the group of consumers with an average income (Table 9).

Table 9. **Answers to the question: "Are you satisfied with the quality of fish products?"**

Answer option	Number of respondents (people)	Number of respondents (%)
Yes	20	95
No	1	5

The survey shows that the majority of buyers in this group are satisfied with the quality of products (95%). 5% of buyers who are not satisfied with the quality complained about either the poor assortment of fish shops or about the poor processing of fish, although similar complaints were not found in other groups. In this group, consumers are most satisfied with the product prices, although they mostly shop in the stores, which are 10-5% more expensive than in the wholesale markets.

Conclusions. The majority of consumers who regularly buy fish and fish products are high-income consumers, all others buy these products rarely, or only before holidays.

Such a trend related to the consumption of processed fish in this segment is taking on a pronounced appearance. Even carcasses are already considered

insufficiently processed, not to mention whole fish. Fillet is the most preferred. Also, the role of buying fish products is growing, which is fully explained by the increasing role of delicacy in determining preference when buying. Semi-finished products, as before, are not in particular demand.

The vast majority of buyers belonging to this socio-demographic group buy fish in quantities from 1 to 2 kg, although a fairly large number buy it up to 1 kg. Regarding the frequency of buying, it can be said that in this segment as in all others, the number of people who buy fish once a week is much more than others, which allows us to conclude that the frequency of buying does not depend on income, and almost all fish consumers buy it every week. The ratio of the product quality and the price here remains the same as in the group of consumers with an average income.

The majority of fish products consumers with a profit of more than UAH 20,000 are satisfied with the quality of products (95%). 5% of buyers who are not satisfied with the quality either complained about the poor assortment of fish shops or about the poor processing of fish, although similar complaints were not found in other groups. In this group, consumers are most satisfied with product prices, although they mostly shop in the stores, which are 10–5% more expensive than at the wholesale markets.

The survey shows that fish products consumers of all categories prefer sea fish.

Therefore, for the good development of marketing activity in Ukraine, the research is needed to determine forming the fish product producers marketing activity system, which relates to the study of fish product sales markets, decision-making on the technology of growing fish and aquatic biological resources, storage, pre-sale preparation, packaging, transportation, sales and development fish products market infrastructure.

Nowadays, Ukraine is implementing the "Strategy for the development of the fisheries industry for the period until 2030", the purpose of which is to ensure the sustainable development of the fisheries industry, to increase the level of consumption of domestic fish products and its production based on the balance of economic, environmental and social interests, to increase its competitiveness in accordance with the norms of the European Union and international standards, to bring the fishing industry of Ukraine out of the shadows, to increase its export capacity [9; 10].

ОЦІНКА ЯКОСТІ РИБИ І РИБНОЇ ПРОДУКЦІЇ ТА СПОЖИВЧИХ ПЕРЕВАГ УКРАЇНЦІВ НА ОДЕСЬКОМУ РИНКУ РИБНИХ ПРОДУКТІВ

Соборова О. М. *– к. геогр. н., доцент,*
Сидорак Р. В. *– аспірант,*
Кудєліна О. Ю. *– старший викладач,*
Одеський державний екологічний університет,
olya.soborova@gmail.com, fireflyrvs@gmail.com, ol.ryd63@gmail.com

Сьогодні ринкові відносини все більше стають основними чинниками регулювання виробництва рибної продукції, впливаючи на рівень і динаміку цін та інші показники діяльності. Сучасні параметри розвитку вітчизняного рибного господарства, такі як: обсяги виробництва, якість, ціна, асортимент риби та продукції водних біоресурсів – визначаються конкретними умовами виробництва та розповсюдження продукції, зниженням і підвищенням ціни ресурсів, об'єктивними законами ринку (вартість, попит, пропозиції, грошовий обмін), зміною кон'юнктури ринку. Існуючі умови вимагають розробки нових підходів до управління економікою з позицій маркетингу, прогнозування та стратегії розвитку для забезпечення ефективності функціонування окремих галузей і держави в цілому шляхом швидкої адаптації до мінливих зовнішніх умов. В умовах загострення продовольчої проблеми особливого наукового, теоретичного та практичного значення набувають маркетингові дослідження розвитку аграрного ринку. Система проведення маркетингових досліджень та забезпечення ефективного функціонування ринку риби та водних біоресурсів в Україні є надзвичайно важливою.

На ринку риби та продукції водних біоресурсів України спостерігається позитивна тенденція до збільшення обсягів виробництва, яка, з високою ймовірністю, збережеться найближчим часом. Водночас, поряд із значним потенціалом вітчизняної рибної промисловості та перспективами подальших ринкових трансформацій, слід зазначити, що в сучасних реаліях її ресурсна, технологічна, маркетингова, організаційна та управлінська складові значно відстають за рівнем аналогів у економічно розвинутих країн. Як ринкова концепція управління сучасним виробництвом концепція маркетингу розглядається з класичної (обмеженої) та сучасної (узагальненої) точок зору.

Проведено анкетування керівників та спеціалістів підприємств роздрібної торгівлі.

Одним із основних стримуючих факторів є недостатнє використання маркетингових прийомів суб’єктами ринку рибної продукції та недосконаліть його інфраструктурного забезпечення.

Ключовими питаннями дослідження є формування системи маркетингової діяльності рибовиробників, що стосується дослідження ринків збуту рибної продукції, прийняття рішень щодо технології вирощування риби та водних біоресурсів, зберігання, передпродажної підготовки, пакування, транспортування, збут та розвиток інфраструктури ринку рибної продукції.

Ключові слова: ринок, рибна продукція, морепродукти, рибна продукція, споживачі, рибні магазини, підприємство, маркетингове дослідження, ринок України.

BIBLIOGRAPHY

1. Burhaz, M., Matviienko, T., Soborova, O., Bezyk, K.,Kudelina, O., & Lichna, A. (2020). Modern state offish and fishery products export in Ukraine. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(1), 21–26. DOI: 10.32718/ujvas3-1.04.
2. Burhaz, M. I., Matviienko, T. I., Bezyk, K. I., & Soborova, O. M. (2019). The current state of fish market in Ukraine. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(1), 6–10. DOI: 10.32718/ujvas2-3.02
3. Burhaz, M., Matviienko, T., Soborova, O., Sydorak, R., Sydorak,R., Bezyk, K., Lichna, A., & Kudelina, O. (2021). Regulation of fish resources rational using on the territory of the NNP "BUG GARD". *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 23(94), 106–110. DOI: 10.32718/nvlvet-a9419.
4. Добування водних біоресурсів за регіонами 2017-2021 рр. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/rg/rg_u/arh_dvbr_reg_u.html
5. Стан рибного господарства. Урядовий портал. Єдиний веб-портал органів виконавчої влади України. URL: https://www.kmu.gov.ua.
6. Капустинська К. Вилов риби в Україні. *Сьогодні*, 06 жовтня 2019. URL: https://economics.segodnya.ua/ua/economics/enews/v-ukraine-stali-lovit-bolshe-ryby-1340996.html.
7. Державна служба статистики України. Офіційний сайт. URL: http://www.ukrstat.gov.ua.
8. Огляд українського ринку рибних консервів. Маркетинговий аналіз ринку рибної продукції. *Міжнародна Маркетингова Група Україна* : офіційний сайт. URL: https://www.marketing-ua.com/article/obzor-ukrainskogo-rynka-rybnyh-konservov/.
9. Проект розпорядження Кабінету Міністрів України Про схвалення Державної стратегії розвитку галузі рибного господарства до 2030 року. 14 грудня 2022 р. URL: https://minagro.gov.ua/npa/pro-shvalennya-derzhavnoyi-strategiyi-rozvitku-galuzi-ribnogo-gospodarstva-do-2030-roku.
10. Водні ресурси. *Регіональний офіс водних ресурсів у Миколаївській області.* URL: http://mk-vodres.davr.gov.ua/water_resources

REFERENCES

1. Burhaz, M., Matviienko, T., Soborova, O., Bezyk, K.,Kudelina, O., & Lichna, A. (2020). Modern state of fish and fishery products export in Ukraine. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(1), 21–26. DOI: 10.32718/ujvas3-1.04.

2. Burhaz, M. I., Matviienko, T. I., Bezyk, K. I., & Soborova, O. M. (2019). The current state of fish market in Ukraine. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(1), 6–10. DOI: 10.32718/ujvas2-3.02
3. Burhaz, M., Matviienko, T., Soborova, O., Sydorak, R., Sydorak,R., Bezyk, K., Lichna, A., & Kudelina, O. (2021). Regulation of fish resources rational using on the territory of the NNP "BUG GARD". *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 23(94), 106–110. DOI: 10.32718/nvlvet-a9419.
4. *Dobuvannia vodnykh bioresursiv za rehionamy 2017–2021* [Extraction of aquatic bioresources by region 2017–2021]. State Statistics Service of Ukraine. Statistical Information. Economic statistics / Economic activity / Agriculture, forestry and fishery. URL: http://www.https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/ operativ2017/rg/rg_e/arh_dvbr_reg_e.html [in Ukrainian]. (n.d.).
5. *Stan rybnoho hospodarstva* [State of fisheries]. *Government portal*. Official website. URL: https://www.kmu.gov.ua [in Ukrainian]. (n.d.).
6. Kapustynska, K. (2019). *Vylov ryby v Ukraini* [Fishing in Ukraine]. *S'ogodni*, the 6th of October. URL: https://economics.segodnya.ua/ua/economics/enews/ v-ukraine-stali-lovit-bolshe-ryby-1340996.html [in Ukrainian].
7. State Statistics Service of Ukraine. Statistical Information. Economic statistics. URL: http://www.ukrstat.gov.ua [in Ukrainian].
8. *Ogljad ukrai'ns'kogo rynku rybnyh konserviv. Marketyngovyj analiz rynku rybnoi' produkcii'* [Overview of the Ukrainian canned fish market. Marketing analysis of the fish market]. *International Marketing Group Ukraine.* URL: https://www.marketing-ua.com/article/obzor-ukrainskogo-rynka-rybnyh-konservov/ [in Ukrainian]. (n.d.).
9. *Rozporjadzhennja Kabinetu Ministriv Ukrai'ny Pro shvalennja Derzhavnoi' strategii' rozvytku galuzi rybnogo gospodarstva do 2030 roku* [Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine on the approval of the State strategy for the development of the fishery sector until 2030]. Proekt. (2022, the 14th of December). URL: http://minagro.gov.ua/npa/pro-shvalennya-derzhavnoyi-strategiyi-rozvitku-galuzi-ribnogo-gospodarstva-do-2030-roku [in Ukrainian].
10. *Vodni resursy* [Aquatic resources]. *Regional'nyj ofis vodnyh resursiv u Mykolai'vs'kij oblasti* [The Regional office of water resources in the Mykolaiv region]. URL: http://mk-vodres.davr.gov.ua/water_resources. [in Ukrainian]. (n.d.).

ГІДРОЕКОЛОГІЯ

УДК 504.4.062.2
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.9

ВИБІР ІНДИКАТОРІВ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ СЛУЧ

Бєдункова О. О. *– д.б.н., професор,*
Статник І. І. *– к.с.-г.н., доцент,*
Національний університет водного господарства та природокористування,
Боярин М. В. – *к.геогр.н., доцент,*
Волинський національний університет імені Лесі Українки,
o.o.biedunkova@nuwm.edu.ua

Програми моніторингу якості води допомагають зрозуміти різні процеси, пов'язані з якістю води, а також надають інформацію для управління водними ресурсами.Метою наших досліджень було визначення пріоритетних індикаторів моніторингу поверхневих вод басейну річки Случ – найбільшої притоки р. Горинь. При дослідженнях використовували базу даних спостережень за станом поверхневих вод Державного агентства водних ресурсів України (2005–2021 рр.). Екологічну оцінку якості поверхневих вод досліджуваної річки проводили згідно методики за відповідними категоріями. Для оптимізації контролю якості води скористались методикою встановлення коефіцієнту внеску забруднення речовин.Індекси групувались засобом кластерного аналізу. Показники якості поверхневих вод, індекси яких перевищували 6% приймались за пріоритетні показники моніторингу. Встановлено, що якість поверхневих вод р. Случ відносилась переважно до ІІ класу. Найвищі значення коефіцієнтів внеску забруднення за весь досліджуваний період були виявлені за нітрит-іоном(31,41–50,79%). Помітними виявились коефіцієнти внеску забруднення за показником $БСК_5$ (11,88–18,55%) у період 2005–2015 рр., а також за сульфатами у період 2016–2021 рр. (16,14%) та за завислими речовинами (2,86–12,46%). Найнижчими виявились коефіцієнти внеску забруднень за хлорид-іонами (менше1%). Запропоновано проводити аналіз якості води на вміст показників, що мають коефіцієнт внеску до 12% – один раз у рік: хлорид-іони, амоній-іони, кисень розчинений, нітрат-іони, фосфат-іони; показників із коефіцієнтом від 12 до 22% – один раз на шість місяців: $БСК_5$, сульфати, завислі речовини; показників із коефіцієнтом більше 22% (пріоритетні) – один раз у квартал: нітрит-іони. Така схема зможе сприяти відмові від більшої кількості змінних на користь збереження більшої кількості ділянок моніторингу та збільшення частоти відбору проб.

Ключові слова: якість поверхневих вод, моніторинг, гідрохімічні показники, забруднення.

Постановка проблеми. Програми моніторингу якості води допомагають зрозуміти різні процеси, пов'язані з якістю води, а також надають спеціалістам з водних ресурсів необхідну інформацію для управління водними ресурсами загалом та управління якістю води зокрема. При цьому, моніторинг екологічного стану водних об'єктів – процес доволі складний і вимагає особливих підходів у кожній конкретній ситуації [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що вода є безцінним найважливішим природним ресурсом для сталого розвитку та соціально-економічного зростання будь-якої країни [2]. Поверхневі води є фундаментальним компонентом у промисловості, домашньому господарстві, рибальстві, аквакультурі та сільськогосподарській діяльності, транспорті та середовищі проживання багатьох водних організмів [3]. Незважаючи на своє значення, поверхневі води є менш керованим ресурсом, ніж інші природні ресурси, і стикаються із серйозними перешкодами через багато видів антропогенної діяльності [4]. Через швидку урбанізацію та індустріалізацію поряд з інтенсивною сільськогосподарською діяльністю погіршення якості річкової води стало серйозною проблемою в усьому світі [5].

Забруднювачі існують у різних формах у поверхневих водоймах, і на їх доступність та рухливість у системах поверхневих вод впливають різні фізичні та хімічні процеси. За останні кілька десятиліть кількість корисних інструментів для підтримки управління якістю води неухильно зростає, наприклад, моделі якості води [6]. Проте для запуску моделей потрібен значний обсяг вхідних даних; інакше припущення через недостатність даних призведуть до розбіжності між фактами. Тому, складні бази даних можуть бути спрощені для кращого розуміння якості води [7]

Якість водного об'єкта зазвичай описується сукупністю взаємопов'язаних фізичних, хімічних та біологічних змінних. Якість води може бути визначена в термінах від однієї змінної до сотень з'єднань та багаторазового використання [1]. Це дуже складне питання, оскільки для представлення якості поверхневих вод можна вибирати з безлічі змінних. Багато дослідників визнали, що неможливо виміряти все в навколишньому середовищі і деякі логічні засоби вибору змінних для вимірювання повинні бути частиною кожної інформаційної системи якості води. Результати їх роботи підсумовують, що необхідно розглядати питання скорочення кількості змінних, включених у вибірку, без істотної втрати інформації [8]. Зауважується, що найменша кількість змінних була б простішою і дешевшою для аналізу [9]. Дослідники також зазначають, що залежності або кореляції між різними змінними якості води легше встановити, якщо їх небагато, що заощаджує час та зусилля [10].

Оцінка водних ресурсів вимагає знання та повного розуміння процесів, пов'язаних з кількістю та якістю води. Програми моніторингу якості води допомагають зрозуміти різні процеси, пов'язані з якістю води, а також

надають спеціалістам з водних ресурсів необхідну інформацію для управління водними ресурсами загалом та управління якістю води зокрема [11]. Як частота відбору проб, так і місця відбору проб залежать від контрольованої змінної якості води, тому вибір конкретних змінних, що представляють інтерес, є невід'ємною частиною проектування та подальшої роботи мережі моніторингу якості води [8].

Формулювання цілей статті. Метою наших досліджень було визначення пріоритетних індикаторів моніторингу поверхневих вод річки Случ на підставі аналізу багаторічної динаміки якості води за показниками сольового та трофо-сапробіологічного блоків.

Матеріали і методи дослідження. Річка Случ є найбільшою притокою річки Горинь. Загальна довжина р. Случ становить 451 кілометрів, площа водозабору 13840 км^2, падіння русла 183 м. Середній ухил води річки знаходиться на рівні 0,4%. Виток річки знаходиться в межах с. Червоно Случ, на висоті 320 м над рівнем моря. Гирло річки знаходиться на висоті 137 м над рівнем моря з правого берегу р. Горинь, на сотому кілометрі від її витоку. Морфометрія басейну має витягнуту з півдня на північ форму, довжиною 300 км, із середньоюта найбільшою шириною відповідно 46 км та 110 км. Залісненість басейну становить 17%, заболоченість – 13%. Коефіцієнт густоти річкової мережі дорівнює 0,47 км/км^2. Русло річки звивисте, подекуди має круті береги з висотами від 20–40 м до 50 м, місцями береги помірно круті, рідше пологі з висотами 5–15 м. Долина сягає ширини 1,5–5,0 км у нижній течії. Заплава двостороння, поросла лучною рослинністю, місцями заболочена.

У дослідженні використано базу даних спостережень за поверхневими водами Держводагентства України з 2005 по 2021 рік, із переліком дев'яти показників хімічного складу води.

Екологічну оцінку якості поверхневих вод досліджуваної річки проводили згідно методикиза відповідними категоріями [12], що заснована на обчисленні індексів для трьох блоків: I_1 – блок показників сольового складу, I_2 – блок трофо-сапробіологічних (санітарно-гігієнічних) показників та I_3 – блок показників вмісту специфічних речовин токсичної і радіаційної дії. Комплексний екологічний індекс (I_e), що розраховувався як середнє арифметичне блокових індексів дозволяв віднести якість поверхневих вод річки до відповідного класу якості:

$$I_e = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3}. \quad (1)$$

Відповідно до методики, величини комплексного екологічного індексу мають градацію: від1,0 до 1,4 – еталон порівнянь), відмінний стан; від 1,5 до 1,6 – перехідний від відмінного до доброго; від 1,7 до 3,4 – добрий стан; від 3,5 до 3,6 – перехідний стан від доброго до задовільного;

від 3,7 до 5,4 – задовільний стан; від 5,5 до 5,6 – перехідний стан від задовільного до поганого; від 5,7 до 6,4 – поганий стан; від 6,5 до 6,6 – перехідний стан від поганого до дуже поганого; від 6,7 до 7,0 – дуже поганий стан.

Виявлення частки окремого гідрохімічного показника в процесі формування якості поверхневих вод річки проводилось згідно методикирозрахунку коефіцієнту внеску забруднення [9]:

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_j} \cdot 100\% = \frac{P_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} P_{ij}} \cdot 100\%. \quad (2)$$

де K_j – доля забруднення і-го показника від загального об'єму забруднень на j-й ділянці водотоку; P_j – загальний показник забруднення води на j-й ділянці; P_{ij} – показник забруднення і-ї одиниці в j-й секції; C_{ij} – середнє значення і-го показника в j-й секції; C_{i0} – нормативне значення і-го показника; n – кількість показників, які були використані в розрахунках.

При цьому:

для окремих показників:

$$P_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{i0}} \quad (3),$$

для розчиненого у воді кисню:

$$P_{ij} = \frac{C_{i0}}{C_{ij}} \quad (4).$$

За нормовані показники якості поверхневих вод приймали гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водних об'єктів рибогосподарського призначення [13].

Після розрахунку перевищення відповідної норми та встановлення коефіцієнта забруднення для кожного показника, індекси внеску забруднення були згруповані кластерним аналізом за допомогою методу двостороннього зв'язку. Показники якості поверхневих вод із показниками вище 22% вважалися пріоритетними показниками моніторингу. Для визначення ключових індикаторів моніторингу були встановлені рангові коефіцієнти кореляції показників хімічного складу води за допомогою коефіцієнта кореляціїСпірмена (міри непараметричних зв'язків) [14]. Усі результати оброблено згідно з основними принципами математичної статистики за допомогою прикладної програми Statistica 8.0.

Результати дослідження. Статистичний аналіз багаторічних даних спостережень за якістю поверхневих вод р. Случ дозволив оцінити рівні коливань та встановити середні значення гідрохімічних показників у створах спостережень.

Так, упродовж років спостережень середній вміст у воді р. Случ амоній-іонів становив 0,32 мг/дм^3. Мінімальні значення концентрацій даного гідрохімічного показника становили 0,00 мг/дм^3, максимальні 1,25 мг/дм^3. Коефіцієнт варіації проаналізованого ряду (n=62) становив 75,35%, що

свідчить про високу мінливість показника (>25%). Більшість значень у ряді даних знаходились у діапазоні від 0,08 до 0,58 мг/дм^3 (p<0,01), при ГДКр/г 1,0 мгN/дм^3.

Середнє значення показника $БСК_5$ у воді р. Случ впродовж 2005–2021 рр. становив 3,09 мгO_2/дм^3. Мінімальні значення показника $БСК_5$ становили 0,92 мг/дм^3, максимальні 5,95 мг/дм^3. Коефіцієнт варіації проаналізованого ряду (n=62) становив 41,88%, що свідчить про високу мінливість показника (>25%). Більшість значень у ряді даних знаходились у діапазоні від 1,80 до 4,39 мгO_2/дм^3 (p<0,01), при ГДКр/г 3,0 мгO_2/дм^3.

Середній вміст у воді р. Случ завислих (суспендованих) речовин становив 12,7 мг/дм^3. Мінімальні значення концентрацій даного гідрохімічного показника становили 0,00 мг/дм^3, максимальні 86,0 мг/дм^3. Коефіцієнт варіації проаналізованого ряду (n=62) становив 135,20%, що свідчить про високу мінливість показника (>25%). Більшість значень у ряді даних знаходились у діапазоні від 4,47 до 29,89 мг/дм^3, при ГДКр/г 20,0 мг/дм^3.

Середній вміст у воді р. Случ розчиненого кисню становив 8,2 мгO_2/дм^3. Мінімальні значення концентрацій даного гідрохімічного показника становили 4,63 мг/дм^3, максимальні 11,29 мг/дм^3. Коефіцієнт варіації проаналізованого ряду (n=62) становив 17,60%, що свідчить про високу мінливість показника (>25%). Більшість значень у ряді даних знаходились у діапазоні від 6,76 до 9,64 мг/дм^3, при ГДКр/г 6 мг/дм^3.

Середній вміст у воді р. Случ нітрат-іонів становив 2,8 мг/дм^3. Мінімальні значення концентрацій даного гідрохімічного показника становили 0,39 мг/дм^3, максимальні 15,50 мг/дм^3. Коефіцієнт варіації проаналізованого ряду (n=62) становив 91,53%, що свідчить про високу мінливість показника (>25%). Більшість значень у ряді даних знаходились у діапазоні від 0,24 до 5,47 мг/дм^3, при ГДКр/г 45,0 мг/дм^3.

Середній вміст у воді р. Случ нітрит-іонів становив 2,8 мг/дм^3. Мінімальні значення концентрацій даного гідрохімічного показника становили 0,00 мг/дм^3, максимальні 0,54 мг/дм^3. Коефіцієнт варіації проаналізованого ряду (n=62) становив 101,04%, що свідчить про високу мінливість показника (>25%). Більшість значень у ряді даних знаходились у діапазоні від 0,0009 до 0,17 мг/дм^3, при ГДКр/г 0,08 мг/дм^3.

Середній вміст у воді р. Случ сульфат-іонів становив 73,42 мг/дм^3. Мінімальні значення концентрацій даного гідрохімічного показника становили 10,29 мг/дм^3, максимальні 698,0 мг/дм^3. Коефіцієнт варіації проаналізованого ряду (n=62) становив 205,83%, що свідчить про високу мінливість показника (>25%). Більшість значень у ряді даних знаходились у діапазоні від 77,70 до 224,55 мг/дм^3, при ГДКр/г 100 мг/дм^3.

Середній вміст у воді р. Случ фосфат-іонів становив 0,13 мг/дм^3. Мінімальні значення концентрацій даного гідрохімічного показника ста-

новили 0,00 мг/дм^3, максимальні 0,52 мг/дм^3. Коефіцієнт варіації проаналізованого ряду (n=62) становив 77,96%, що свідчить про високу мінливість показника (>25%). Більшість значень у ряді даних знаходились у діапазоні від 0,03 до 0,25 мг/дм^3, при ГДКр/г 0,7 мг/дм^3.

Середній вміст у воді р. Случ хлорид-іонів становив 25,96 мг/дм^3. Мінімальні значення концентрацій даного гідрохімічного показника становили 4,30 мг/дм^3, максимальні 49,63 мг/дм^3. Коефіцієнт варіації проаналізованого ряду (n=62) становив 37,59%, що свідчить про високу мінливість показника (>25%). Більшість значень у ряді даних знаходились у діапазоні від 16,20 до 35,72 мг/дм^3, при ГДКр/г 300 мг/дм^3.

На основі отриманих була проведена екологічна оцінка якості поверхневих вод р. Случ та проаналізована динаміка категорій якості гідрохімічних показників по роках спостережень (рис. 1).

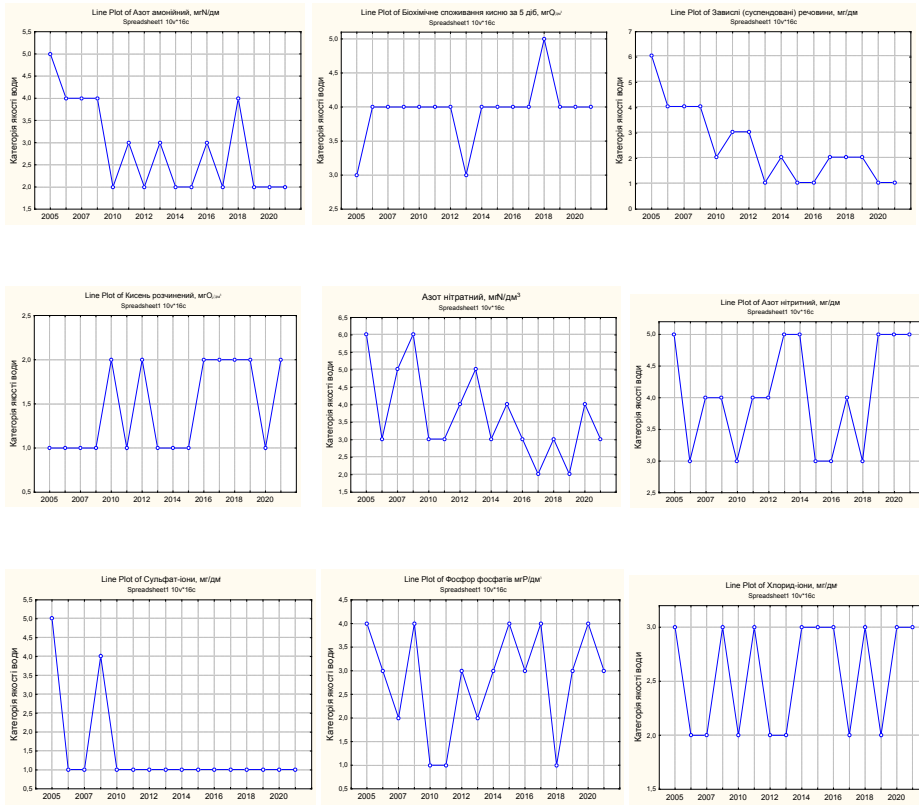


Рис. 1. **Часова динаміка категорій якості поверхневих вод р. Случ**

Так, найгірша ситуація спостерігалась за завислими речовинами в 2005 р. та азотом нітратним у 2008 р. – 6 категорія IV класу якості, а також

за азотом амонійним у 2005 р., за показником біохімічного споживання кисню в 2018 р., за азотом нітритним у 2005, 2013, 2014 і 2019–2021 рр. і за сульфат-іонами в 2005 р. – 5 категорія ІІІ класу якості.

За встановленими категоріями було проведено визначення комплексного екологічного індексу якості поверхневих вод для кожного року. Отримані дані дозволяють говорити, що впродовж 2005-2021 рр. для р. Случ якість води була найгіршою у 2005 р. і відповідала ІІІ класу – стан «задовільний», ступінь чистоти «забруднена». У 2006 і 2007 рр. якість покращилась до ІІ класу – стан «добрий», ступінь чистоти «чиста». У 2008 р. якість води знову погіршилась до ІІІ класу, а від 2010 до 2021 р. знаходилась незмінно в межах ІІ класу.

Однак, стан та чистота за встановленими категоріями мали відмінні характеристики за проаналізованими роками. Зокрема: 2005 р. – стан «задовільний», ступінь чистоти «слабко забруднена»; 2006 р. – стан «добрий», ступінь чистоти «досить чиста»; 2007 р. – стан «добрий», ступінь чистоти «досить чиста»; 2008 р. – стан «задовільний», ступінь чистоти «слабко забруднена»; 2010 р. – стан «дуже добрий», ступінь чистоти «чиста»; 2011 р. – стан «добрий», ступінь чистоти «досить чиста»; 2012 р. – стан «добрий», ступінь чистоти «досить чиста»; 2013 р. – стан «дуже добрий – добрий», ступінь чистоти «чиста-досить чиста»; 2014 р. – стан «добрий», ступінь чистоти «досить чиста»; 2015 р. – стан «дуже добрий – добрий», ступінь чистоти «чиста-досить чиста»; 2016 р. – стан «дуже добрий – добрий», ступінь чистоти «чиста – досить чиста»; 2017 р. – стан «дуже добрий – добрий», ступінь чистоти «чиста-досить чиста»; 2018 р. – стан «добрий», ступінь чистоти «досить чиста»; 2019 р. – стан «дуже добрий – добрий», ступінь чистоти «чиста – досить чиста»; 2020 р. – стан «добрий», ступінь чистоти «досить чиста»; 2021 р. – стан «добрий», ступінь чистоти «досить чиста».

Таким чином, проведена комплексна екологічна оцінка відносить якість поверхневих вод р. Случ переважно до ІІ класу, з помітним внеском у його формування азоту нітратного, показника $БСК_5$ та фосфору фосфатів що свідчить про присутність в складі води досліджуваної річки біогенних елементів антропогенного походження.

Подальшим етапом нашої роботи стало проведення розрахунку коефіцієнту внеску забруднення для кожного гідрохімічного показника. Призначення даного розрахунку полягає в з'ясуванні частки участі речовини (показника) в формуванні якісних ознак води.

Оскільки ряд даних спостережень був доволі значним, ми розділили його на три періоди, в межах яких і проводили встановлення коефіцієнту внеску забруднення (табл. 1–3).

Таблиця 1. **Результати розрахунку коефіцієнту внеску забруднення гідрохімічних параметрів р. Случ, 2005–2010 рр.**

Гідрохімічні показники	Розрахункові параметри				
	C_i	C_0	P_i	ΣPi	K
Амоній-іони, мг/дм³	0,5006	0,39	1,283476		11,0789
БСК$_5$, мгО$_2$/дм³	2,7522	2	1,376111		11,87852
Завислі речовини, мг/дм³	28,8800	20	1,444		12,46454
Кисень розчинений, мгО$_2$/дм³	6,0000	8,4	0,714286		6,16568
Нітрат-іони, мг/дм³	4,5478	9,1	0,499756	11,58487	4,313868
Нітрит-іони, мг/дм³	0,0728	0,02	3,638889		31,41071
Сульфат-іони, мг/дм³	187,0044	100	1,870044		16,14213
Фосфат-іони, мг/дм³	0,1356	0,2	0,677778		5,850545
Хлорид-іони, мг/дм³	24,1578	300	0,080526		0,695096

Аналіз представлених таблиць свідчить, що коефіцієнти внеску забруднення мали досить широкий діапазон і коливались від 0,69 до 31,42 у період 2005–2010 рр.; від 0,91 до 50,79 у період 2011–2015 рр.; від 1,00 до 49,16 у період 2016–2021 р.

Таблиця 2. **Результати розрахунку коефіцієнту внеску забруднення гідрохімічних параметрів р. Случ, 2011–2015 рр.**

Гідрохімічні показники	Розрахункові параметри				
	C_i	C_0	P_i	ΣPi	K
Амоній-іони, мг/дм³	0,26650	0,39	0,683333333		7,464463
БСК$_5$, мгО$_2$/дм³	2,98550	2	1,49275		16,30621
Завислі речовини, мг/дм³	7,04000	20	0,352		3,845109
Кисень розчинений, мгО$_2$/дм³	6,00000	8,31	0,722021661		7,887079
Нітрат-іони, мг/дм³	2,55750	9,1	0,281043956	9,154487	3,070013
Нітрит-іони, мг/дм³	0,09300	0,02	4,65		50,79476
Сульфат-іони, мг/дм³	29,19300	100	0,29193		3,188928
Фосфат-іони, мг/дм³	0,11950	0,2	0,5975		6,526854
Хлорид-іони, мг/дм³	25,17250	300	0,083908333		0,916581

Таким чином, розрізненість значень коефіцієнту внеску забруднення свідчить про помітну різну участь окремих гідрохімічних показників у формуванні якості води р. Случ.

Проведений у четвертому розділі роботи розрахунок коефіцієнтів внеску забруднень до річки Случ виявив їх широкий діапазон у межах трьох часових інтервалів. Отримані дані були опрацьовані методом кластерного аналізу, що дозволило ранжувати всі значення коефіцієнтів у межах 5 категорій їх значень (рис. 2).

Таблиця 3. **Результати розрахунку коефіцієнту внеску забруднення гідрохімічних параметрів р. Случ, 2016–2021 рр.**

Гідрохімічні показники	Розрахункові параметри				
	C_i	C_0	P_i	ΣPi	K
Амоній-іони, мг/дм³	0,25458	0,39	0,652778	9,281374	7,033202
БСК$_5$, мгО$_2$/дм³	3,44417	2	1,722083		18,55419
Завислі речовини, мг/дм³	5,30417	20	0,265208		2,857425
Кисень розчинений, мгО$_2$/дм³	6,00000	7,91	0,758534		8,172642
Нітрат-іони, мг/дм³	1,83000	9,1	0,201099		2,166693
Нітрит-іони, мг/дм³	0,09125	0,02	4,5625		49,15759
Сульфат-іони, мг/дм³	25,09375	100	0,250938		2,703668
Фосфат-іони, мг/дм³	0,15500	0,2	0,775		8,350057
Хлорид-іони, мг/дм³	27,97042	300	0,093235		1,004536

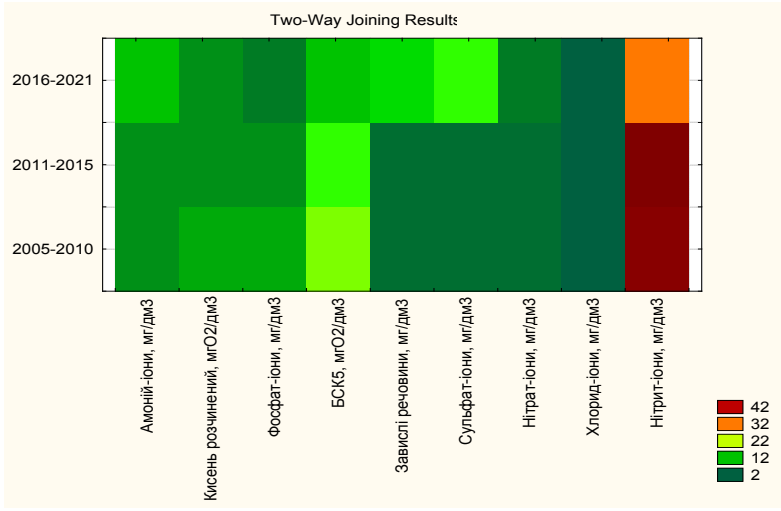


Рис. 2. **Розподіл коефіцієнту внеску забруднення гідрохімічних показників р. Случ по роках спостережень**

Зокрема, найвищі значення коефіцієнтів внеску забруднення за весь досліджуваний період (2005–2021 рр.) були встановлені за нітрит-іоном, які коливались у межах 31,41–50,79%. Помітними виявились коефіцієнти внеску забруднення за показником БСК$_5$, які мали значення від 11,88% до 18,55% у період 2005–2015 рр., а також коефіцієнти внеску забруднення за сульфатами у період 2016–2021 рр., які сягнули величини 16,14% та за завислими речовинами – 2,86–12,46%.

Найнижчими виявились коефіцієнти внеску забруднень за хлорид-іонами, які не перевищували 1% за всі досліджувані роки. Для решти речовин значення коефіцієнтів внеску забруднення становили: амоній-іони – 7,03–11,08%; кисень розчинений – 6,17–8,17%; нітрат-іони – 2,17–4,31%; фосфат-іони – 5,85–8,35%.

Зокрема, пропонується проводити аналіз якості води на вміст показників, що мають коефіцієнт внеску до 12% – один раз у рік; показників із коефіцієнтом від 12 до 22% – один раз на шість місяців; показників із коефіцієнтом більше 22% (пріоритетні) – один раз у квартал (табл. 4).

Таблиця 4. **Періодичність проведення аналітичного контролю показників якості води в системі гідрохімічного моніторингу р. Случ**

Значення коефіцієнту внеску забруднення,%	Періодичність контролю, раз/рік	Найменування показника
<12	1	Хлорид-іони, кисень розчинний, нітрат-іони, фосфат-іони, амоній-іони
12–22	2	$БСК_5$, сульфат-іони, завислі речовини
>22	4	Нітрит-іони

Відповідно до загальноприйнятих екологічних оцінок, гідрохімічні показники, що входять до програми державного моніторингу стану водних ресурсів та аналіз яких було проведено в даній роботі, входять до сольового (сульфат-іони, мг/дм^3 і хлорид-іони, мг/дм^3) та трофо-сапробіологічного блоків (амоній-іони, мг/дм^3; $БСК_5$, мгO_2/дм$_3$; завислі речовини, мг/дм^3; кисень розчинений, мгO_2/дм^3; нітрат-іони, мг/дм^3; нітрит-іони, мг/дм^3; фосфат-іони, мг/дм^3). Безумовно, вклад кожного з цих показників у формування екологічного стану поверхневих вод достатньо суттєвий [10], а тому, говорити про недоцільність відстеження їх концентрацій у річковій воді вбачається неможливим. На нашу думку, оптимізація програми моніторингу може спиратись на перегляд періодичності визначення тих чи інших гідрохімічних показників, спираючись на статистичний аналіз багаторічних даних моніторингу та розрахунок коефіцієнтів їх внеску забруднення. Саме такі підходи пропонуються на сучасному етапі вивчення стану поверхневих вод [15; 16].

Запропонована нами періодичність проведення контролю якості поверхневих вод р. Случ, зможе сприяти знаходженню компромісу між кількістю вимірюваних показників якості води, з одного боку, і частотою відбору проб і кількістю місць відбору проб, з іншого боку [17].

Таким чином, рішення полягає в тому, щоб або відмовитися від більшої кількості змінних на користь збереження більшої кількості ділянок моніторингу та збільшення частоти відбору проб, або зберегти більше змінних якості води, скоротивши кількість точок моніторингу та/або частоту відбору проб.

Висновки. Отримані на підставі середніх значень блокових індексів, значення комплексного екологічного індексу поверхневих вод р. Случ дозволяють відмітити впродовж 2005–2021 рр. якість води поступово покращилась. 2005–2008 рр. – стан «задовільний», «добрий». Від 2010 року стан «дуже добрий – добрий». Отож, комплексна екологічна оцінка відносить якість поверхневих вод р. Случ переважно до ІІ класу, з помітним внеском у його формуванні азоту нітратного, показника $БСК_5$ та фосфору фосфатів. Це свідчить про присутність у водах досліджуваної річки біогенних елементів антропогенного походження.

Проведений розрахунок коефіцієнтів внеску забруднення виявив досить широкий їх діапазон коливань – від 0,69 до 31,42 у період 2005–2010 рр.; від 0,91 до 50,79 у період 2011–2015 рр.; від 1,00 до 49,16 у період 2016–2021 р.

Запропоновано проводити аналіз якості води на вміст показників, що мають коефіцієнт внеску до 12% – один раз на рік: хлорид-іони, амоній-іони, кисень розчинений, нітрат-іони, фосфат-іони; показників із коефіцієнтом від 12 до 22% – один раз на шість місяців: $БСК_5$, сульфати, завислі речовини; показників із коефіцієнтом більше 22% (пріоритетні) – один раз на квартал: нітрит-іони.

Запропонована періодичність проведення контролю якості поверхневих вод р. Случ, зможе сприяти тому, щоб або відмовитися від більшої кількості змінних на користь збереження більшої кількості ділянок моніторингу та збільшення частоти відбору проб, або зберегти більше змінних якості води, скоротивши кількість точок моніторингу та/або частоту відбору проб.

SELECTION OF INDICATORS OF SURFACE WATER QUALITY MONITORING OF SLUCH RIVER

Biedunkova O. O. *– Doctor of Biology, Professor,*
Statnyk I. I. *– Candidate of Agricultural Science, Associate Professor,*
The National University of Water and Environmental Engineering,
Boiaryn M. V. *– Candidate of Geographical Science, Associate Professor,*
Lesya Ukrainka Volyn National University,
o.o.biedunkova@nuwm.edu.ua

Water quality monitoring programs help to understand various processes related to water quality and also provide information for water management. The purpose of our research was to determine the priority indicators of surface water monitoring of the Sluch River basin – the largest tributary of the Horyn River. The research used the database of surface water observations of the State Water Resources Agency of Ukraine (2005–2021). Ecological assessment of the surface water quality of the studied river

was made according to the methodology for the relevant categories. To optimize water quality control, we used the method of establishing the coefficient of the contribution of substances pollution. Indices were grouped by means of cluster analysis. Surface water quality indicators whose indices exceeded 6% were considered priority monitoring indicators. It was established that the quality of the surface waters of the Sluch River belonged mainly to the II class. The highest values of pollution contribution coefficients for the entire studied period were found for nitrite ion (31.41–50.79%). The coefficients of the contribution of pollution according to the indicator BSK5 (11.88%–18.55%) in the period 2005–2015, as well as sulfates in the period 2016–2021 (16.14%) and suspended substances (2.86–12.46%). The coefficients of contribution of pollution by chloride ions turned out to be the lowest (less than 1%). It is proposed to conduct an analysis of water quality for the content of indicators with a contribution rate of up to 12% – once a year: chloride ions, ammonium ions, dissolved oxygen, nitrate ions, phosphate ions; indicators with a coefficient from 12 to 22% – once every six months: BOD_5, sulfates, suspended substances; indicators with a coefficient of more than 22% (priority) – once a quarter: nitrite ions. Such a scheme will be able to facilitate the rejection of more variables in favor of maintaining more monitoring sites and increasing the frequency of sampling.

Keywords: surface water quality, monitoring, hydrochemical indicators, pollution.

ЛІТЕРАТУРА

1. Guan X., Liu M., Meng Y. A comprehensive ecological compensation indicator based on pollution damage – protection bidirectional model for river basin. *Ecological Indicators*. 2021. Vol. 126. 107708. URL: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107708
2. Sondermann M. N., de Oliveira R. P. Using the WEI+ index to evaluate water scarcity at highly regulated river basins with conjunctive uses of surface and groundwater resources. *Science of The Total Environment*. 2022. 155754. URL: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155754
3. Wang X., Zhang Q., Chang W.-Y. Does economic agglomeration affect haze pollution? Evidence from China's Yellow River basin. *Journal of Cleaner Production*. 2022. Vol. 335. 130271. URL: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130271
4. Fan J., Wang S., Li H., Yan Z., Zhang Y., Zheng X., Wang P. Modelling the ecological status response of rivers to multiple stressors using machine learning: A comparison of environmental DNA metabarcoding and morphological data. *Water Research*, 2020. Vol. 183. 116004. URL: https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116004
5. Jury W. A., Vaux H. The role of science in solving the world's emerging water problems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2005. Vol. 102(44). P. 15715–15720.
6. Duan M., Du X., Peng W., Zhang S., Yan L. A Revised Method of Surface Water Quality Evaluation Based on Background Values and Its Application to Samples Collected in Heilongjiang Province, China. *Water*. 2019. Vol. 11(5). 1057. URL:https://doi.org/10.3390/w11051057

7. Uddin Md. G., Nash S., Olbert A. I. A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. *Ecological Indicators*, 2021. Vol. 122. 107218. URL:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107218
8. Liao Y. H., Fan J., Chen S. X., Luo Y. P. The Existing Problems and Suggestions of Our Country's Surface Water Environment Quality Evaluation. *Safety and Environmental Engineering,* 2010. Vol. 17(3). P. 55–68.
9. Liu Y., Zheng B. H., Fu Q., Wang L. J., Wang M. The Selection of Monitoring Indicators for River Water Quality Assessment. *Environmental Sciences*, 2011. Vol. 8. P. 129–139.
10. Zhou Y. Real-time probabilistic forecasting of river water quality under data missing situation: Deep learning plus post-processing techniques. *Journal of Hydrology*. 2020. Vol. 589. 125164. URL: https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125164
11. Mir A., Piri J., Kisi O. Spatial monitoring and zoning water quality of Sistan River in the wet and dry years using GIS and geostatistics. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2017. Vol. 135. P. 38–50.
12. Романенко В. Д., Жукинский В. М., Оксиюк О. П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К. : СИМВОЛ–Т, 1998. 28 с.
13. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовні допустимі рівні (ОДР) шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/v5793400-91 (дата звернення 20.12.2022 р.).
14. Статистика: підручник. За наук. ред. С. С. Герасименка. 2-ге вид., перероб. і доп. К. : КНЕУ, 2000. 467 с.
15. Ngabire M., Wang T., Xue X., Liao J. et al. Synergic effects of land-use management systems towards the reclamation of Aeolian Desertified Land in the Shiyang River Basin. *Ecological Indicators*. 2022. Vol. 139.108882. URL: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115201
16. Shafiei M., Rahmani M., Gharari S., Davary K. et al. Sustainability assessment of water management at river basin level: Concept, methodology and application. *Journal ofEnvironmental Management*. 2022. Vol. 316. 115201. URL: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115201
17. Клименко М. О., Мошинський В. С., Бєдункова О. О., Статник І. І. Вибір індикаторів моніторингу якості поверхневих вод річки Прип'ять. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць*. Рівне : НУВГП, 2022. Вип. 1(97). С. 61–73.

REFERENCES

1. Guan X., Liu M., Meng Y. (2021). A comprehensive ecological compensation indicator based on pollution damage – protection bidirectional model for river basin. *Ecological Indicators* (electronic journal), Vol. 126, 107708. URL: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107708 (accessed 15 March 2023).
2. Sondermann M. N., de Oliveira R. P. (2022). Using the WEI+ index to evaluate water scarcity at highly regulated river basins with conjunctive uses of surface and groundwater resources. *Science of The Total Environment*, (electronic journal), 155754. URL: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155754 (accessed 5 March 2023).
3. Wang X., Zhang Q., Chang W.-Y. (2022). Does economic agglomeration affect haze pollution? Evidence from China's Yellow River basin. *Journal of Cleaner Production* (electronic journal), Vol. 335, 130271. URL: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130271 (accessed 8 March 2023).
4. Fan J., Wang S., Li H., Yan Z., Zhang Y., Zheng X., Wang P. (2020). Modelling the ecological status response of rivers to multiple stressors using machine learning: A comparison of environmental DNA metabarcoding and morphological data. *Water Research* (electronic journal), Vol. 183, 116004. URL: https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116004 (accessed 10 March 2023).
5. Jury W. A., Vaux H. (2005). The role of science in solving the world's emerging water problems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 102, no. 44, 15715–15720.
6. Duan M., Du X., Peng W., Zhang S., Yan L. (2019). A Revised Method of Surface Water Quality Evaluation Based on Background Values and Its Application to Samples Collected in Heilongjiang Province, China. *Water* (electronic journal), Vol. 11, no. 5, 1057. URL: https://doi.org/10.3390/w11051057 (accessed 4 March 2023).
7. Uddin Md. G., Nash S., Olbert A. I. (2021). A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. *Ecological Indicators* (electronic journal), Vol. 122, 107218. URL: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107218 (accessed 19 March 2023).
8. Liao Y. H., Fan J., Chen S. X., Luo Y. P. (2010). The Existing Problems and Suggestions of Our Country's Surface Water Environment Quality Evaluation. *Safety and Environmental Engineering,* vol. 17, no. 3, 55–68.
9. Liu Y., Zheng B. H., Fu Q., Wang L. J., Wang M. (2011). The Selection of Monitoring Indicators for River Water Quality Assessment. *Environmental Sciences*, Vol.8, 129–139.
10. Zhou Y. (2020). Real-time probabilistic forecasting of river water quality under data missing situation: Deep learning plus post-processing techniques. *Journal of Hydrology* (electronic journal), Vol. 589, 125164. URL: https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125164 (accessed 11 March 2023).

11. Mir A., Piri J., Kisi O. (2017). Spatial monitoring and zoning water quality of Sistan River in the wet and dry years using GIS and geostatistics. *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 135, 38–50.
12. Romanenko V. D., Zhukynskyi V. M., Oksyiuk O. P. (1998). *Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevykh vod za vidpovidnymy katehoriiamy* [Methodology of environmental assessment of surface water quality by relevant categories]. Kyiv: SYMVOL–T. [in Ukrainian].
13. *Hranychno-dopustymi kontsentratsii (HDK) ta oriientovni dopustymi rivni (ODR) shkidlyvykh rechovyn u vodi vodnykh obiektiv hospodarsko-pytnoho ta kulturno-pobutovoho vodokorystuvannia* [Maximum permissible concentrations (MPC) and approximate permissible levels (ADR) of harmful substances in the water of water bodies for economic, drinking and cultural and domestic water use]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/v5793400-91. (accessed 12 January 2023). [in Ukrainian].
14. Herasymenko S. S. (2000). *Statystyka* [Statistics]. Textbook. Kyiv: KNEU. [in Ukrainian].
15. Ngabire M., Wang T., Xue X., Liao J. et al. (2022). Synergic effects of land-use management systems towards the reclamation of Aeolian Desertified Land in the Shiyang River Basin. *Ecological Indicators* (electronic journal), Vol. 139, 108882. URL: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115201 (accessed 5 March 2023).
16. Shafiei M., Rahmani M., Gharari S., Davary K. et al. (2022). Sustainability assessment of water management at river basin level: Concept, methodology and application. *Journal of Environmental Management* (electronic journal), Vol. 316, 115201. URL: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115201 (accessed 15 March 2023).
17. Klymenko M. O., Moshynskyi V. S., Biedunkova O. O., Statnyk I. I. (2022). *Vybir indykatoriv monitorynhu yakosti poverkhnevykh vod richky Prypiat* [Selection of indicators for monitoring the quality of surface waters of the Pripyat River.]. *Herald NUWEE. Agricultural sciences: a collection of scientific works*, Vol. 1, no. 97, 61–73. [in Ukrainian].

УДК 001.891:579.68:628.144
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.10

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИВЧЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ СЕРЕДИ СИСТЕМ РОЗПОДІЛУ ПИТНОЇ ВОДИ

Бреус Д. С. *– к.с.-г.н.,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
breusd87@gmail.com

Організація Об'єднаних Націй позиціонує дефіцит води проблемою номер один у світі. До 2025 року 3,2 мільярда жителів планети страждатимуть від нестачі прісної води. Кожен день у світі споживається близько 10 мільярдів тонн води. Встановлено, що приблизно 80% використаної води у світі потрапляє назад в навколишнє середовище неочищеною.

Безпека питної води вважається і сприймається як належне споживачами в більшості розвинених країн. Проте наше розуміння мікробіологічної середи систем розподілу питної води (СРПВ) обмежене, частково через те, що ці середовища важкодоступні, а також, що вони традиційно вважалися складними середовищами для життя мікробів у порівнянні з іншими водними екосистемами. Але доступна наукова література, яка підкріплюється застосуванням останніх досягнень молекулярних методів дослідження системи розподілення питної води, вказує на те, що вони є екосистемами з різноманітними мікробними угрупуваннями від вірусів до найпростіших [1].

Сучасні водоочисні споруди можуть очищувати питну воду надійно, ефективно та результативно, незважаючи на джерело та початкову якість води. Хоча ця вода є безпечною та високоякісною, вона далеко нестерильна. Очищена вода транспортується до кінцевих споживачів через складну інфраструктуру розподілу води. Вживаються профілактичні заходи щодо контролю якості води, в тому числі мікробіологічного забруднення, на очисних спорудах та шляхом забезпечення дезінфекційних заходів на більшості СРПВ. Тим не менш, деякі мікроорганізми можуть зберігатися після обробки, потрапляти та жити в системах розподілу [2].

Дослідження мікробіологічної середи систем розподілу питної води традиційно базується на культивуванні організмів із масових проб води. Розробка та застосування молекулярних методів забезпечила нові інструменти для вивчення мікробного різноманіття та активності зразків навколишнього середовища, даючи нові знання про мікробні угрупування та їх різноманітність у цих інженерно-створених екосистемах.

Вивчення біоплівок вважається особливо важливим, оскільки вони відіграють важливу роль у процесах і взаємодіях, що відбуваються на межі розділу стінки труби та води. Переваги, обмеження та корисність методів, які можна використовувати для виявлення та оцінки чисельності мікроорганізмів, складу та функції угрупувань, розглядаються в контексті СРПВ.

Ключові слова: мікробіологічна середа, мікробні угрупування, система розподілення питної води, біоплівки, забруднення води, методи досліджень мікробних угрупувань.

Постановка завдання. Метою статті є критична оцінка наявних на даний момент методів та нових підходів до характеристики мікробних угрупувань, включаючи планктонні та біоплівкові. Стаття може бути корисною для інженерів-гідротехніків та екологів, що займаються дослідженням мікробів у системах розподілення питної води та під час вибору найбільш відповідного інструменту для оцінки мікробіологічного стану питної води та пов'язаних з нею аспектів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість вітчизняних очисних споруд не завжди працюють відповідно до високих стандартів питної води, які прийняті у світі, забезпечуючи угрупування мікроорганізмів поживними речовинами для розвитку у системах розподілення питної води. Мікроорганізми також можуть потрапити в розподільні мережі під час монтажу, ремонту або заміни інфраструктури, та шляхом часткового проникнення під час зниження тиску у системі. Після того, як мікроорганізми потраплять у СРПВ, вони зіткнуться зі складним середовищем з обмеженою кількістю поживних речовин для їх розвитку, мінливим потоком води та коливаннями тиску. Як наслідок, пристосування до цих умов, мікроорганізми часто виживають прикріплюючись до внутрішніх поверхонь труб у біоплівці, де вони захищені від зовнішніх несприятливих факторів і отримують користь від взаємодії з іншими мікроорганізмами. Понад 95 % мікробної біомаси в СРПВ прикріплюється до стінок труби, утворюючи біоплівки [3].

Загальні питання, які виникають під час вивчення мікроорганізмів у СРПВ, незалежно від їх способу життя це який тип мікроорганізмів в них присутній, наскільки їх багато, як їх діяльність впливає на навколишнє середовище або на інші організми, включаючи будь-який можливий вплив на здоров'я людини та як навколишнє середовище впливає на структуру та функції присутніх мікроорганізмів у системі [4].

Щоб відповісти на ці питання, для вивчення СРПВ використовувалися різні методи, починаючи від культуро-залежних методів (так званні culture-dependent methods або CDMs), і закінчуючи методами, що не залежать від культури бактерій (culture-independent methods або CIMs). Відповідно до нормативних вимог водопровідні компанії регулярно використовують культуро-залежні методи для оцінки якості питної води. Культуро-зележне виявлення та підрахунок фекальних коліформ є корисними для моніторингу питної води на фекальні забруднення, надаючи водопровідним службам дані необхідні для розрахунків. Однак вони надають обмежену інформацію про загальні мікробні угрупування (що охоплює < 1% їх різноманіття) та зміни в ній. Застосування методів, незалежних від культури бактерій, подолало ці обмеження та виявило нове та покращене уявлення про мікробіологічний світ у СРПВ. Впровадження цих методів як

способу вибору для дослідження мікробних угрупувань водопровідними службами відбувається повільно, оскільки вони потребують більш спеціалізованого обладнання, навченого персоналу та є дорожчими, ніж культуро-залежні методи. Проте очікується, що найближчим часом низка методів, незалежних від культури бактерій, буде використовуватися регулярно [5].

Для визначення мікробіологічних параметрів необхідні належні процедури відбору проб. Програми відбору проб, вказівки щодо практики та процедур моніторингу якості води в СРПВ були розроблені та спроектовані міжнародними організаціями та водопровідними компаніями. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) опублікувала кілька видань «Рекомендацій щодо якості питної води» (2011), де можна знайти інформацію про стандартизовані методи мікробного аналізу СРПВ (ISO 5667-5:2006) [6].

Спираючись на досвід розвинутих країн світу можна зробити висновки щодо подальшої організації роботи у сфері вивчення якості питної води. Так, наприклад, в США «Закон про безпечну питну воду» уповноважує Агентство з охорони навколишнього середовища (USEPA) встановлювати стандарти питної води, воно розробило посібник, який допомагає відбирати проби води відповідно до цих стандартів У Європейському Союзі (ЄС) Директива Ради 98/83/ЕС від 03 листопада 1998 року про якість води, призначеної для споживання людиною, регулює якість води та вимагає, щоб країни ЄС відповідали ряду параметрів і стандартів здоров'я. У Великій Британії Екологічна агенція (ЕА) також надає вказівки щодо методів відбору та аналізу проб для визначення якості питної води, а інспекція питної води регулює водопровідні компанії в Англії та Уельсі, щоб гарантувати, що якість питної води є безпечною та прийнятною для споживачів [7].

Незважаючи на суворі стандарти регулювання, у науковій літературі часто бракує деталей щодо методології відбору проб, що ускладнює оцінку та порівняння даних між системами та дослідженнями. Під час відбору проб необхідно враховувати кілька основних правил, таких як використання відповідних контейнерів для відбору проб, транспортування, зберігання та уникнення забруднення під час відбору. Однак, якщо необхідно провести дослідження із застосуванням нестандартних методів аналізу питної води, таких як, наприклад, молекулярних (ДНК/РНК), то чинні офіційні правила та рекомендації, описані вище, не містять жодних вказівок щодо цих видів досліджень. Наприклад, немає стандартів щодо мінімального репрезентативного об'єму проби, необхідного для охоплення повного мікробіому, присутнього в СРПВ. Так, наприклад, у літературі для концентрування мікробної біомаси для подальшого молекулярного аналізу можна зустріти різні об'єми проб води, яка відбирається для аналізу – від 1 до 100 л. Відсутність стандартів для молекулярних досліджень води робить порівняння результатів різних лабораторій дуже складним [8].

Стаття представляє огляд доступних методів, які можна використовувати для виявлення мікроорганізмів і оцінки їх чисельності, складу та функції в СРПВ. Повне розуміння мікробіологічної середи СРПВ має фундаментальне значення для збереження та гарантування безпечної та якісної питної води. Краще розуміння мікробіологічного складу питної води може забезпечити більш надійну оцінку ризику та допомогти покращити поточні стратегії контролю та управління.

Дослідження біоплівки є ключовим компонентом мікробіологічних досліджень СРПВ, але оскільки труби у діючих системах водопостачання є важко доступними для вивчення, збір зразків із реальних систем є серйозною проблемою. Як правило, настільні лабораторні біоплівкові реактори, такі, як ротаційний дисковий реактор, кільцевий біоплівковий реактор, і реактор «Propella» використовувались для вивчення різних абіотичних факторів, які можуть впливати на формування біоплівки. Однак, треба зазначити, що вони погано відтворюють умови реальних трубопровідних мереж [9].

Виклад основного матеріалу дослідження. На даний момент існує два різних підходи для вивчення біоплівок в умовах наближених до СРПВ. Один передбачає вирізання труб; інший спирається на пристрої, вставлені в трубу. Протоколи відбору проб із вирізів труб є трудомісткими, дорогими та класифікуються як деструктивні методи відбору проб. Крім того, процеси розкопок і різання часто викликають занепокоєння щодо забруднення проб. Використання пристроїв, як правило, переборок, які можна розгортати неодноразово або в пілотному випробувальному центрі, або в робочому СРПВ, дозволяє вивчати динаміку біоплівки у часі через зміну абіотичних і біотичних факторів на місці. Як правило, основним обмеженням деяких із цих пристроїв є те, що вони не завжди вірно передають гідравлічні умови в трубах, і в більшості випадків режими турбулентності відрізняються від справжніх умов роботи СРПВ, що штучно впливає на спосіб розвитку біоплівок. Пристрій Роббіна і тримач «Pipe Sliding Coupon» є представниками таких типів пристроїв з гідравлічними обмеженнями. Деякі пристрої, такі як «Біоплівковий пробовідбірник», безпосередньо підключені до СРПВ, щоб уникнути спотворення гідравлічних умов у процесах утворення біоплівки, але для вивчення біоплівок у природних умовах, наприклад, за допомогою методів мікроскопії, біоплівки потрібно видалити з переборки. Зразок Pennine Water Group, «PWG Coupon», використовує переваги «Біоплівкового пробовідбірника» на крок далі, оскільки зразок вигнутий і тому розташований на одному рівні зі стінкою труби, зменшуючи викривлення гідравлічних умов. Ще однією перевагою є те, що переборка складається з двох частин: «вставка», що знімається, яка дозволяє аналізу в атибіоплівки в реальних умовах, і зовнішню частину, яку

можна використовувати для вилучення нуклеїнових кислот для подальшої характеристики мікробних угрупувань [10].

Застосування методів переборок, як в експериментальних, так і в робочих СРПВ дозволяє покращити розуміння пробіоплівки і численні абіотичні фактори, які можуть відігравати роль у їх формуванні та властивостях питної води.

На рисунку 1 представлені методи, які найчастіше використовуються для виявлення кількісного складу та характеристики мікробних угрупувань у пробах питної води. Звичайні мікробіологічні методи традиційно застосовуються для моніторингу зміну мікробіологічній якості води. Незважаючи на їх корисність, ці методи, безумовно, обмежені, і вони показують лише відносно невелику частку (<1 %) від загальної різноманітності проб води. Останнім часом молекулярні підходи обійшли ці обмеження, що дозволяє отримати більш детальне зображення мікробних угрупувань [11].

Рис. 1. **Схема існуючих методів характеристики мікробних угрупувань у системах розподілу питної води**

Незважаючи на добре відомі обмеження культуро-залежних методів, вони є нормативним для використання водопровідними компаніями та аналітичними лабораторіями для регулярного моніторингу мікробіологічної якості питної води, включаючи виявлення фекального забруднення.

Еталонним методом, що використовується для звичайного бактеріологічного моніторингу питної води, є метод гетеротрофного підрахунку (HPC), які оцінюють лише гетеротрофні бактерії, здатні утворювати колонії на твердому середовищі при певній температурі. Під рахунок кількості

колоній, що виросли після певного часу інкубації, дає загальну оцінку бактеріологічного навантаження в пробах води. Існує кілька стандартизованих методів HPC, але немає затвердженої стандартної процедури. Ці методи включають інкубацію чаш Петрі і з бактеріями при температурі від 20°C до 37°C протягом періоду від кількох годин до кількох днів (Allenetal., 2004). Цей метод дає лише інформацію про обмежену частину всього мікробного угрупування у зразку, але низька вартість, відносна простота, широке визнання та довга історія методу робить його зручним інструментом для водопровідних служб для оцінки ефективності очищення води та визначення повторного росту мікроорганізмів у мережі [12].

Культуро-залежні тести також використовуються для виявлення мікроорганізмів-індикаторів, таких як колі формні бактерії. Такі бактерії, як *Escherichia spp.*, *Enterobacter spp.* і *Citrobacter spp.* є звичними для фекалій тварин, а тому їх присутність у зразках води вище певних концентрацій, встановлених спеціальним законодавством, дає підстави вважати, що вона забруднена фекаліями [8]. Для виявлення колі форм у питній воді часто використовуються методи мембранної фільтрації і метод багатопробіркової ферментації. Техніка мембранної фільтрації полягає у фільтруванні зразка води для концентрації клітин з подальшою інкубацією фільтра у певному середовищі та через певний період часу підраховують розвинені колонії. У методиці багатопробіркової ферментації концентрацію бактерій оцінюють шляхом інокуляції серії пробірок з рідким середовищем десятикратним розведенням зразка води. Якщо середовище підтримує ріст мікроорганізмів, воно стає каламутним, і результати можна виразити за допомогою оцінки середньої кількості бактерій у зразку, відомої як метод найбільш ймовірного числа. Проте, як правило, необхідні додаткові тести для підтвердження присутності специфічних колі формних організмів. Тести, які використовуються для аналізу цих бактерій, відносно дешеві, прості та безпечні у виконанні, що забезпечує водопровідні компанії та аналітичні лабораторії зручним інструментом для оцінки ризику фекального забруднення [13].

Для того щоб зменшити обмеження культуро-залежних методів у виявлені фактичного мікробного різноманіття, були розроблені методи виявлення та кількісного визначення мікроорганізмів, які не залежать від культури бактерій. У таблиці 1 конкретизовано основні сфери застосування, переваги та недоліки методів, які найчастіше використовуються для дослідження мікроорганізмів у системах розподілу питної води [14].

Всі переваги та недоліки підходів, які зараз використовуються в мікробіології навколишнього середовища, було розглянуто з позиції їх застосовності до систем розподілу питної води. Але кінцевий вибір методики залежить від мети дослідження, необхідного рівня роздільної здатності, наявності спеціалізованого обладнання та доступного фінансування.

Таблиця 1. **Сучасні молекулярні методи дослідження мікробних угрупувань систем розподілу питної води**

Метод	Опис	Застосування	Переваги	Недоліки
Генетична дактилоскопія DGGE/TGGE SSCP,T-RFLP Аналіз рибосомального міжгенного простору (RISA/ARISA) ПЛР на гетерогенність довжини (LH-PCR)	Методи генетичної дактилоскопії на основі ПЛР визначають структуру угруповання на основі варіації послідовності ДНК (довжина та послідовність нуклеотидів)	Моніторинг мікробного угруповання протягом тривалого часу та/або у відповідь на зміни умов навколишнього середовища Характеристика угруповань планктону та біоплівки в розподільних трубах та на корозійних накипах у чавунних трубах	Швидке профілювання просторово-часової варіативності Одночасне аналізування великої кількості проб	- Зміщення, пов'язане з ПЛР - Виявляються лише переважаючі види - Немає прямої таксономічної ідентифікації - Забирає багато часу, вимагає аналізу зразків після ПЛР - Аналіз коротких послідовностей (<500bp) - DGGE – складне порівняння між гелями - T-RFLPі ARDRA – складне визначення мікробних профілів
FISH CARD – FISH	Флуоресцентніолігонуклеотидні зонди рРНК використовуються для виявлення бактерій у природному середовищі та підрахунку мікроорганізмів	Специфічне виявлення та підрахунок чисельності мікроорганізмів у питній воді та біоплівках	- Філогенетична ідентифікація - Візуалізація не культивованих мікроорганізмів - Висока чутливість - Виявлення різних мікроорганізмів одночасно за допомогою кількох флуоресцентних барвників	Для розробки зонда необхідна інформація про послідовність Важко відрізнити живі клітини від мертвих Важко доступність цільового гена
Клонування та секвенування	Екстракція нуклеїнових кислот, ампліфікація та клонування цільового гена у векторі з подальшим секвенуванням і таксономічним розподілом за допомогою біоінформатики	Аналіз мікробного угруповання питної води та біоплівок	Таксономічний і філогенетичний аналіз	Довгий і трудоємкий процес Секвенування обмеженої кількості клонів описує лише домінантних членів мікробних спільнот

Продовження таблиці 1

Високо продуктивні методи секвенування (Roche454FLX, аналізатор геному Illumina/ Solexa тощо)	Бібліотеки фрагментів ДНК амплі-фікуються та секвенуються за допомогою масових паралельних платформ	Аналіз мікробного різноманіття та структури у воді, біоплівках та водомірах	- Швидше та дешевше, ніж традиційне секвенування Сенгера - Кілька зразків можна об'єднати в цикл	-Висока вартість і трудомісткий аналіз даних
Кількісний ПЛР(Q-ПЛР) і ПЛР в реальному часі (RT-ПЛР)	Використовує інтеркалюючі флуоресцентні зонди (TaqMan) або барвники (SYBRGreen) для вимірювання накопичення ампліконів у реальному часі протягом кожного циклу ПЛР	-Виявлення збудників хвороб і показників присутності фекалій -Виявлення та інтерпретація таксономічних і функціональнихгенів (наприлад, денітрифікаторів і сульфат відновників)	- Дуже чутливий - Швидке та точне кількісне визначення генів	- RT-ПЛР– важко отримати достатню кількість якісної РНК
ДНК –чіп масив / мікрочипи ДНК/ РНК	Флуоресцентні ПЛР-амплікони гібридизуютьсяз відомими молекулярними зондами, прикріпленими до мікрочипів	- Функціональ-ний аналіз угрупувань - Виявлення збудників хвороб і показників присутності фекалій	- Відсутність упередженості, пов'язаної з ПЛР Швидка оцінка Інтенсивність сигналу гібридизації пропорційна чисельності цільових організмів	- Для аналізу даних потрібен дуже дорогий і високо-кваліфікований персонал
Біосенсори	Пряме виявлення мікроорга-нізмів за допомогою методів імунологічного аналізу, інтегрованої оптики та хімії поверхонь	Виявлення показників присутності фекалій	- Швидке виявлення	- Залежить від культивування мікроорганізмів - Важко відрізнити живі і мертві мікроорганізми

Висновки. Незважаючи на культуро-залежні методи, які все ще використовуються водопровідними службами для регулярного моніторингу мікробної якості питної води, молекулярні методи замінюють їх, і деякі крупні європейські водопровідні компанії починають впроваджувати підходи на основі ПЛР для виявлення патогенів. Основні платформи секве-

нування постійно збільшують кількість отриманих послідовностей і довжину зчитування із зразків, одночасно знижуючи витрати. Нові розробки у цій сфері допоможуть знизити вартість цієї технології, що дозволить використовувати її як стандартний підхід до мікробіологічних досліджень навколишнього середовища. Майбутня автоматизація молекулярних методів може бути незамінною для розробки онлайн-пристроїв, наприклад, для виявлення патогенів у питних мережах.

Основною прогалиною в знаннях у розумінні мікробіології СРПВ є відсутність інформації, необхідної для зв'язку між мікробним різноманіттям. Підходи, які можуть заповнити цю прогалину, це мікрочіпи, метаболоміка та метапротеоміка, але їх використання ще не досліджено в СРПВ.

METHODOLOGICAL APPROACHES FOR STUDYING THE MICROBIOLOGICAL ENVIRONMENT OF DRINKING WATER DISTRIBUTION SYSTEMS

Breus D. S. *– PhD in Agriculture,*
Kherson State Agrarian and Economic University,
breusd87@gmail.com

The United Nations ranks water scarcity as the world's number one problem. By 2025, 3.2 billion inhabitants of the planet will suffer from a lack of fresh water. About 10 billion tons of water is consumed every day in the world. It has been established that approximately 80% of the used water in the world is returned to the environment untreated.

The safety of drinking water is considered and taken for granted by consumers in most developed countries. However, our understanding of the microbial environment of drinking water distribution systems (DWDS) is limited, in part because these environments are difficult to access, and because they have traditionally been considered difficult environments for microbes to live in compared to other aquatic ecosystems. But the available scientific literature, which is supported by the application of recent advances in molecular methods of studying the drinking water distribution system, indicates that they are ecosystems with diverse microbial communities from viruses to protozoa [1].

Modern water treatment plants can treat drinking water reliably, efficiently and effectively, regardless of the source and initial quality of the water. Although this water is safe and of high quality, it is far from sterile. Purified water is transported to end users through a complex water distribution infrastructure. Preventive measures are taken to control water quality, including microbiological contamination, at treatment facilities and by providing disinfection measures at most DWDS. However, some microorganisms can persist after treatment, enter and live in distribution systems [2].

The study of the microbiological environment of drinking water distribution systems is traditionally based on the cultivation of organisms from bulk water samples. The development and application of molecular techniques has provided new tools to

study the microbial diversity and activity of environmental samples, yielding new knowledge about microbial communities and their diversity in these engineered ecosystems.

The study of biofilms is considered particularly important because they play an important role in the processes and interactions that occur at the interface between the pipe wall and water. The advantages, limitations, and utility of methods that can be used to detect and assess microbial abundance, community composition, and function are reviewed in the context of DWDS.

Keywords: microbiological environment, microbial communities, drinking water distribution system, biofilms, water pollution, methods of research of microbial communities.

ЛІТЕРАТУРА

1. Szewzyk U., Szewzyk R., Manz W., Schleifer K. H. Microbiological safety of drinking water. *Annual Review of Microbiology.* 2000. No. 54, 81–127.
2. Besner M.-C., Prévost M., Regli S. Assessing the public health risk of microbial intrusion events in distribution systems: conceptual model, available data, and challenges. *Water Research.* 2011. No. 45(3), 961–979.
3. Henne K., Kahlisch L., Brettar I., Höfle M. G. Analysis of structure and composition of bacterial core communities in mature drinking water biofilmsandbulk water of a city wide network in Germany. *Applied and Environmental Microbiology.* 2012. No. 78(10), 3530–3538.
4. Tilman D. Functional diversity. Encyclopedia of Biodiversity, Academic Press, San Diego, CA. 2001. pp. 109–120.
5. Бреус Д. С. Дослідження екологічного стану акваторії Каховського водосховища. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2020. № 2. С. 9–18.
6. Gomez-Alvarez V., Revetta R. P., Domingo J. W. S. Metagenomic analyses of drinking water receiving different disinfection treatments. *Applied and Environmental Microbiology.* 2012. No. 78(10), 6095–6102.
7. Breus D., Dudyaeva O., Evtushenko O., Skok S. Organic agriculture as a component of the sustainable development of the Kherson region (Ukraine). *International Multidisciplinary Scientific Geo Conference: SGEM*. 2018. No. 18(5.2), 691–697.
8. Boubetra A., Le Nestour F., Allaert C., Feinberg M. Validation of alternative methods for the control of drinking water: application to Escherichia coli. *Applied and Environmental Microbiology.* 2011. No. 70(10), 3360–3367.
9. Бреус Д. С. Світовий досвід ведення органічного землеробства та перспективи його розвитку в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 116. С. 198–206.
10. Kahlisch L., Henne K., Gröbe L., Brettar I., Höfle M. Assessing the viability of bacterial species in drinking water by combined cellular and molecular analyses. *Microbial Ecology*. 2011. No. 63. pp. 383–397.

11. Douterelo I., Sharpe R., Boxall J. Bacterial community dynamics during the early stages of biofilm formation in a chlorinated experimental drinking water distribution system: implications for drinking water discolouration. *Journal of Applied Microbiology.* 2014. Vol. 117, issue 1, 286–301.
12. Vander Kooij D., J. vander Wielen P. W. J. Microbial Growth in Drinking-Water Supplies. Problems, Causes, Control and Research Needs. 2014. IWA Publishing, UK.
13. Lautenschlager K., Hwang C., Ling F., Liu W.-T., Boon N., Köster O., Egli T., Hammes F. Abundance and composition of indigenous bacterial communities in a multi-step biofiltration-based drinking water treatment plant. *Water Research*. 2014. No. 62. pp. 40–52.
14. Liu G., Bakker G.L., Li S., Vreeburg J.H.G., Verberk J.Q.J.C., Medema G.J., Liu W.T., Van Dijk J.C. Pyrosequencing reveals bacterial communities in unchlorinated drinking water distribution system: an integral study of bulk water, suspended solids, loose deposits, and pipe wall biofilm. *Environmental Science & Technology*. 2014. No. 48(10). pp. 5467–5476.

REFERECES

1. Szewzyk U., Szewzyk R., Manz W., Schleifer K. H. (2000). Microbiological safety of drinking water. *Annual Review of Microbiology*, no. 54, 81–127.
2. Besner M.-C., Prévost M., Regli S. (2011). Assessing the public health risk of microbial intrusion events in distribution systems: conceptual model, available data, and challenges. *Water Research*, no. 45(3), 961–979.
3. Henne K., Kahlisch L., Brettar I., Höfle M. G. (2012). Analysis of structure and composition of bacterial core communities in mature drinking water biofilmsandbulk water of a city wide network in Germany. *Applied and Environmental Microbiology,* No. 78(10), 3530–3538.
4. Tilman D. (2001). Functional diversity. Encyclopedia of Biodiversity, Academic Press, San Diego, CA. pp. 109–120.
5. Breus D. S. (2020). *Doslidzhennia ekolohichnoho stanu akvatorii Kakhovskoho vodoskhovyshcha* [Study of the ecological state of the water area of the Kahovka water reservoir]. *Aquatic bioresources and aquaculture,* no. 2, 9–18. [in Ukrainian].
6. Gomez-Alvarez V., Revetta R. P., Domingo J. W. S. (2012). Metagenomic analyses of drinking water receiving different disinfection treatments. *Applied and Environmental Microbiology,* no. 78(10), 6095–6102.
7. Breus D., Dudyaeva O., Evtushenko O., Skok S. (2018). Organic agriculture as a component of the sustainable development of the Kherson region (Ukraine). *International Multidisciplinary Scientific Geo Conference: SGEM,* no. 18(5.2), 691–697.

8. Boubetra A., Le Nestour F., Allaert C., Feinberg M. (2011). Validation of alternative methods for the control of drinking water: application to Escherichia coli. *Applied and Environmental Microbiology,* 70(10), 3360–3367.
9. Breus D. S. (2020). *Svitovyi dosvid vedennia orhanichnoho zemlerobstva ta perspektyvy yoho rozvytku v Ukraini* [World experience of conducting organic farming and prospects for its development in Ukraine]. *Taurida Scientific Bulletin,* no. 116, 198–206. [in Ukrainian].
10. Kahlisch L., Henne K., Gröbe L., Brettar I., Höfle M. (2011). Assessing the viability of bacterial species in drinking water by combined cellular and molecular analyses. *Microbial Ecology*, no. 63, 383–397.
11. Douterelo I., Sharpe R., Boxall J. (2014). Bacterial community dynamics during the early stages of biofilm formation in a chlorinated experimental drinking water distribution system: implications for drinking water discolouration. Journal of Applied Microbiology, Vol. 117, issue 1, 286–301.
12. Vander Kooij D., J. vander Wielen P. W. J. (2014). Microbial Growth in Drinking-Water Supplies. Problems, Causes, Control and Research Needs. IWA Publishing, UK.
13. Lautenschlager K., Hwang C., Ling F., Liu W.-T., Boon N., Köster O., Egli T., Hammes F. (2014). Abundance and composition of indigenous bacterial communities in a multi-step biofiltration-based drinking water treatment plant. *Water Research*, no. 62, 40–52.
14. Liu G., Bakker G.L., Li S., Vreeburg J.H.G., Verberk J.Q.J.C., Medema G.J., Liu W.T., Van Dijk J.C. (2014). Pyrosequencing reveals bacterial communities in unchlorinated drinking water distribution system: an integral study of bulk water, suspended solids, loose deposits, and pipe wall biofilm. *Environmental Science & Technology*, no. 48(10), 5467–5476.

UDC 504.4
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.11

ECOLOGICAL ISSUES OF WATER RESOURCES OF UKRAINE AND THE WAYS OF THEIR SOLUTION

Yevtushenko O. T. *– PhD (Agricultural Sciences),*
Kherson State Agrarian and Economic University,
semen_olga@ukr.net

At the current stage, one of the consequences of deterioration of ecological situation in hydroecosystems of natural and artificial origin is growing anthropogenic load, in particular, qualitative and quantitative changes in the ecological state of these ecosystems, impoverishment of their species composition, and decrease in biological productivity.

The issue of conservation and rational use of water resources is becoming particularly acute for Ukraine and other countries of the world that have chosen a path of sustainable development. Provision of proper ecological state of the water resource potential is relevant for all regions of the country, where water management and hydroecological issues are deepened by a natural shortage of water resources and their uneven distribution.

Pursuant to the hygienic classification of water bodies according to their degree of pollution, the most river basins can be classified as polluted and highly polluted, which do not meet the requirements of sanitary legislation for sources of drinking water. Control over the water quality of surface reservoirs shows that their ecological state is practically not improving. Improper agricultural practices, municipal, industrial and agricultural pollution of water bodies against the background of negative climate changes cause a disappearance of thousands of small rivers from the map of Ukraine, as well as loss of water content of the main water arteries of Ukraine and the degradation and destruction of water and surrounding water ecosystems. The quality of underground water also does not always meet the regulatory requirements of the State Sanitary Standards and Rules.

The issue of rational water use, conservation and protection of water resources shall fall within a direct competence of local self-government bodies, publicity, who has a reliable objective information, which should be a basis for building-up a water management, concurrently with solution of issues of conservation and protection of water resources, as well as implementation of measures to explain the importance of water resources to students, youth and local population.

Keywords: water resources, pollution, water quality, anthropogenic load.

Problem statement. Water resources are strategic, vital natural resource of special importance. They are the national wealth of every country, one of the natural grounds for its economic development; they make possible all the spheres of human life and economic activity, determine opportunities for the development of industry and agriculture, placement of settlements, arrangement and establishment of recreation and health improvement centers [1, p. 2].

At the current stage, one of the consequences of deterioration of ecological situation in hydroecosystems of natural and artificial origin is growing anthropogenic load, in particular, qualitative and quantitative changes in the ecological state of these ecosystems, impoverishment of their species composition, and decrease in biological productivity [11, p. 22].

The issue of conservation and rational use of water resources is becoming particularly acute for Ukraine and other countries of the world that have chosen a path of sustainable development. Provision of a proper ecological state of the water resource potential is relevant for all regions of the country, where water management and hydroecological issues are deepened by a natural shortage of water resources and their uneven distribution. Depletion, anthropogenic and technogenic pollution of almost all surface water bodies and significant part of groundwater are caused by a complex impact of urbanization processes, which extends far beyond the borders of residential areas [7, p. 42–43].

Analysis of the latest studies and publications. Ya. Hryb, A. Yatsyk, M. Klymenko, V. Romanenko, V. Khilchevskyi and others made a significant contribution to the methodology of holistic integral assessment of the ecological state of rivers [4, p. 19].

The analysis of numerous studies carried out by the domestic and foreign scientists shows that an unbiased assessment of the ecological state of water bodies is possible only with the use of hydrochemical and hydrobiological data. The application of hydrobiological methods allows assessing the ecological state of water bodies, quality of surface water as a living environment of hydrobionts, cumulative effect of the combined effect of pollutants, and establishing the occurrence of secondary water pollution [10, p. 127].

A tendency to assess the condition of water bodies not from the point of view of the needs of a specific water consumer, but from the point of view of preserving the structure and functioning of the features of entire ecosystem, becomes quite prominent in the development of modern hydroecology. The main principle in water protection activities in relation to the different types of reservoirs is a preservation of water ecosystem as an integral ecological unit of organization and functioning [11, p. 22, 25].

The variety of types of water resources management carried out in the basin of the same water source causes competition for water resources both at the local and national levels. Hydropower, for example, has a great impact on the hydrological regime of rivers. Irrigation, industrial and municipal water needs are associated with its water intake from a water source, which causes a decrease in the river flow and change in its hydrological properties. It is also important to note the increasing pollution of water courses, which are also used as receivers of various wastewater (purified and untreated) from agriculture, industry, cities and towns [12, p. 445].

Presentation of main material. Water is one of the substances that makes life on Earth possible. However, as confirmed by the results of scientific research, often humanity does not understand the importance and significance of water resources. This especially applies to freshwater resources, which are decreasing every year. According to the researchers' calculations, freshwater resources on the Earth are limited: only up to 3%, and only 1% of fresh water on the planet is in a liquid state suitable for use [4, p. 109]. The existing territorial distribution of water resources does not meet the needs of water-intensive industries [5, p. 189; 14, p. 83–84].

Water resources of Ukraine are formed at the account of the inflow of transit river waters from foreign countries, on-site runoff and groundwater [1, p. 5].

The large rivers are the following: the Danube, the Dnipro, the Dniester, the Tisza, the Southern Bug, the Prypyat, the Desna, the Seversky Donets, and the Western Bug. Most of the rivers are in the basins of the Black and Azov Seas, and only 4,4% are in the Baltic Sea basin. The largest number of rivers is in the Dnipro basin – 27,7%, the Danube – 26,3%, the Dniester – 23,7% and the Southern Bug – 9,3%. The highest density of the river network is in the Carpathians, where it reaches 2,0 km/km^2. The lowest density of rivers is in Kherson region, where large areas are endorheic [23, p. 5].

The uneven distribution of precipitation, hydrographic pattern, significant differentiation of river water content cause uneven territorial distribution of water resources [1, p. 5].

The inferred groundwater resources are unevenly distributed by the regions due to the difference in the geological, structural, physical and geographical conditions of different regions of Ukraine. The majority of inferred resources are concentrated in the northern and western regions of Ukraine, and the resources in the southern region are limited [24, p. 9]. Groundwater is equal to 13,8% of the state's total water consumption. They determine the provision of drinking quality water to the population of cities, towns and villages in Luhansk, Lviv, Volyn, Zakarpattia, Zhytomyr, Kirovohrad, Rivne, Poltava, Sumy, Ternopil, Kherson, Khmelnytskyi, Chernivtsi, and Chernihiv regions, where the use of groundwater for these needs reaches 30–70% [2, p. 10–11].

Ukraine is one of the European countries experiencing the water scarcity conditions: one inhabitant needs approximately 1,000 m^3 of water per year. There is a discrepancy between the water demand and the possibilities of its satisfaction, both in terms of quantity and quality. The issue of water use in the country has acquired national significance. Water resources are increasingly becoming the main limiting factor in the development and location of production [21, p. 51]. The minimum level of water supply determined by the UN is equal to 1,7 thousand m^3 per person per year [2, p. 9].

Considering different natural and climatic conditions of the regions of Ukraine, the issue of their water supply is solved by the State Water Agency of Ukraine at the account of territorial and seasonal redistribution of water resources. The large state multi-purpose canals play a significant role in the provision of regions with water stress and scarcity with water resources. To eliminate the territorial and temporal uneven distribution of water supply in Ukraine, water supply is carried out with the help of 1103 reservoirs with a total volume of more than 55 billion m^3 and about 49000 ponds, 7 large canals with a length of 1021 km and 10 large-diameter water duct, supplying water to the regions with water stress and scarcity of Ukraine [2, p. 9–10; 18, p. 123].

Water losses during water use are most often associated with the imperfection of industrial and agricultural production technology and public utility services. Thus, water losses from aquifers in some cities of Ukraine amount to 15−30%.

In agriculture, in case of furrow irrigation, water losses are from 40 to 70% or more, when watering with the use of irrigation sprinkler plants − about 20%, and in case of subterranean irrigation − no more than 10%.

Depletion of water resources is largely related to insufficient knowledge of environmental conditions. For example, the building-up of reservoirs does not always consider the increased filtration of water into subsurface horizons, growth of evaporation with the increase in water surface, as well as other factors. Swamp drainage leads to decrease in groundwater resources, dislocation of centuries-old moisture balance, and its circulation [1, p. 4]. The largest number of reservoirs and ponds are built on the small rivers, due to which their flow is regulated by 30−70%, and on some rivers of the steppe zone, the volume of reservoirs exceeds their water resources. Such reservoirs are partially or completely filled-in at the account of transfer of water from other river basins. The least regulated flow is in the basins of the following rivers: the Vistula, the Pripyat, and the Desna (1–17%). Reservoirs and ponds are mainly used comprehensively, but their main purpose is formed depending on water content and economic specialization of the regions. In the south and in the central areas experiencing the water scarcity conditions, artificial reservoirs are used mainly for water supply, irrigation and fish breeding; in the northern part, in the zone of excessive humidification, they are catch-water of drainage systems, sources of water supply and humidification for fishing industry and recreation; in Prykarpattia, they are mainly used for water supply, hydropower, fish farming and flood protection [8, p. 88].

Annually, a significant amount of water is redistributed across the territory of Ukraine with the help of main canals and aqueducts. The volume of water loss during transportation is estimated at 2,0 km^3 per year. More than third of the water supplied to the irrigation systems is lost due to the low technical level and worn-out state of hydraulic structures [24, p. 13].

Most of the fresh water in Ukraine is used for industrial purposes (fig. 1).

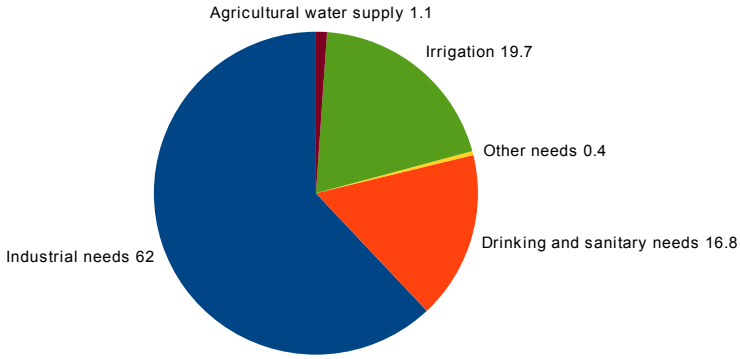


Fig. 1. **Pattern of Fresh Water Use in 2020,% [15, p. 59]**

The most water-intensive sectors of the economy are energy, ferrous metallurgy, chemical and petrochemical industries, which use about 86% of all water supplied for the industry [2, p. 21].

The sources of xenobiotics entering water courses, possessing carcinogenic and mutagenic properties, are diffuse surface runoff from the urbanized areas, agricultural lands, emergency outbreak of sewage and water supply networks, low efficiency of sewage treatment facilities, violation of hydrodynamic conditions of water bearing stratums. The volume of toxicogenic discharge in hydroecosystems changes depending on the climatic conditions, geomorphology, relief, depth of water retaining structures, groundwater and social and economic structure of the region [9, p. 137].

The issue of contamination of water ecosystems with waste water of anthropogenic origin is especially relevant for the southern urban areas, where there is a low level of water resources. The most intensive factor of urban impact on the quality of the Dnipro's hydroecosystem is sewage discharges and surface water runoff from the residential areas and agricultural lands. The unsatisfactory technical condition of treatment facilities, application of inefficient obsolete technologies and outdated methods of waste water treatment, bring to the annual influx of about 637 million m^3 of polluted waste water into the water area of the Dnipro river. As a result, the qualitative indexes of hydroecosystem deteriorate, its water management and recreational value decreases, and the ecological balance of water resources is disturbed [3, p. 252].

The main factors of groundwater pollution in most part of the territory of Ukraine are municipal drainage, waste water from animal husbandry complexes, mineral fertilizers, agrochemical products, lead, manganese and oil products [20, p. 13].

Pollution of interlayer groundwater is of a local nature and depends on a man-made load on the geological environment and degree of groundwater protection. The areas of contamination of interlayer groundwater are located, predominantly, in the zone of influence of the waste water management complex of mining operations, unorganized warehouses for storage of industrial waste, mineral fertilizers and toxic chemicals, livestock complexes, oil refineries and other local objects affecting the state of groundwater. Besides, the use of mineral, organic fertilizers and pesticides in the process of lands reclamation in the southern regions of Ukraine leads to the deterioration in the quality of groundwater, but this process is less intensive and is of a regional character. A significant man-made load on the territory led to the formation of persistent centers of groundwater pollution. As of September 01st, 2021 in the territory of Ukraine the number of recorded planar centers of groundwater pollution was 191, local – 262. Groundwater in the area affected by the main centers was contaminated with chlorides, sulphates, nitrates, ammonia, rhodanides, phenols, petroleum products, manganese, lead, and strontium in quantities that in some cases exceeded the maximum permissible concentration by several times [20, p. 16].

Quality is one of the limiting factors in the consumption of water resources. The volume of waste water entering the surface water bodies of Ukraine exceeds 5 km^3, which is 10,7% of the resources of the surface water run-off formed in the territory of Ukraine [24, p. 13].

The quantity of water resources is a prerequisite for ensuring its quality. Water quality cannot be maintained without a certain flow rate, which must provide such basic functions as maintaining the stability of water ecosystems, stability of hydrological cycles and providing a sufficient amount of water to maintain the quality determined by the needs of different water consumers (population, industry, agriculture, transport, energy, etc.) at the account of preserving the natural hydrochemical balance and diluting of waste water [7, p. 44].

Water quality is a characteristic of its content and properties as a component of aquatic ecosystem and living environment of hydrobionts, as well as from the point of view of its suitability for specific purposes of application [2, p. 15].

In recent years, Ukraine has undergone a number of changes related to both water control and water quality assessment standards for environmental purposes, caused by its course towards the European integration, which got a significant boost upon the signing of the Association Agreement between Ukraine and the EU (2014). In the field of environmental aspects of water relations, most of the changes are based on the provisions of the Water Framework Directive (WFD) of the EU [16]. Normative methods (rules) for assessing water quality are the documents approved in a statutory manner and are based on water quality standards. The application of normative methods is a mandatory requirement

for developing projects for the use of water bodies (economic and drinking, cultural and domestic or recreational water use), drawing-up official certificates on water quality [6, p. 42]. According to the Water Framework Directive of the European Union (WFD), the ecological state of a reservoir is assessed based on three main groups of parameters: hydrobiological, hydrochemical, and hydromorphological. Within the framework of the state environmental monitoring system of Ukraine, the assessment of surface water quality shall be carried out separately under hydrochemical and hydrobiological factors. The main principle to assess quality of water environment, which has been used for a long time in the water protection practice in our country, is to determine the chemical composition, physical properties and bacteriological indexes of water at different points of the water body and to compare results with the normative values of the corresponding indexes [10, p. 128].

The assessment of water quality in Ukraine is based on sanitary and hygienic principles, and its target indexes are the following: maximum permissible concentration of substances (MPC drinking) in rivers which water is used to meet drinking, household, and other needs of the population (State Sanitary Regulations and Standards 2.2.4-171-10). MPC fishing of substances in water bodies which water is used for the needs of the fish industry are used too. In accordance with the norms for drinking water use (MPC drinking) the predominant nature of pollution (50−100% of cases of MPC drinking exceed) is observed for highly mineralized tributaries of the Dnipro (the Vovcha, Samara, Solon rivers, etc.). By biogenic elements for 14 water bodies of the basin, there is an unstable pollution (10−30% of samples), for 9 water bodies − persistent contamination (30−50%), for 18 rivers of the monitored basin − the predominant pollution (>50%). As for the toxic effects, for the vast majority of the water bodies in the Dnipro, there is a single contamination (≤10%) with the exception of phenols − the content above the standards of MPC drinking was observed in 40−100% of the selected samples. Sufficiently similar is the nature of contamination with salt composition indexes for surface waters of the Dnipro in accordance with the requirements of fishery management (MPC fishing). The dominant nature of pollution (60−100% of samples) is typical for the rivers with mineralization of >1,200 mg/dm^3. By biogenic elements, the vast majority of rivers in the studied basin have persistent pollution, and the indexes of toxic effects are the worst. For heavy metals, in 60−100% of the selected samples for virtually all rivers, the exceedance of statutory limits are observed; individual pollution is typical for petroleum products (except for the Ustia river) and synthetic surface-active substance (SAS). The analysis of surface water quality in the Dnipro basin by sanitary-hygienic principle and environmental assessment according to the relevant categories indicates that the biogenic elements, organic substances, and trace elements of toxic effects have the greatest impact on water quality [19, p. 17].

In 2021, in accordance with the intergovernmental agreements, control over the state of surface water was carried out at 558 control points on surface water bodies on transboundary sections of watercourses used to meet the drinking and economic-drinking needs of the population, and on surface water bodies, exposed to a risk of non-achievement of environmental goals. In accordance with the Policy, the State Water Agency monitored the quality of surface water bodies at the indicated points under the physical and chemical (monthly), priority (monthly) and basin-specific (monthly) indexes. In 2021, according to the Order, control over water bodies used to meet drinking and economic-drinking needs of the population, was carried out at 95 points [17, p. 11].

The main causes of surface water pollution are discharge of polluted municipal and industrial wastewater directly into the water bodies and through the municipal sewage system, as well as the entry of pollutants into water bodies in the process of surface runoff from the built-up areas and agricultural land (Tabl. 1) [17, p. 21; 13].

Table 1. **Comparative characteristics of return (waste) water discharges for 2020 and 2021 [17, p. 21]**

Volumes of discharged return water, mln m^3	2020	2021
Total	5159	4684.6
Polluted	518	541,5
Untreated	100	119,3
Insuficient treated	418	422,2
Regulatory treated	1425	1430,2
Regulatory clear without treatment	3216	2712,9
Without category	-	-
Capacity of treatment facilities	5142	5520,8

In the territorial section, the most polluted wastewater is discharged in Dnipro sity (120,3 million m^3, which is equal to 20% of the total volume of discharges in the region), Lviv (119,8 million m^3, which is equal to 80% of the total volume of discharges in the region), Donetsk (90 million m^3, which is equal to 10,1% of the total volume of discharges in the region), Odesa (31,5 million m^3, which is equal to 21,7% of the total volume of discharges in the region), Poltava (24,8 million m^3, which is equal to 34,1% of the total volume of discharges in the region) regions. In 2021, the biggest polluters are the following branches: «Water supply; sewerage, waste management according to the types of economic activity», which discharged 381 million m^3 of polluted wastewater, «Mining Industry and Quarry Development», discharged 100,2 million m^3 of polluted wastewater, «Processing Industry» discharged 16,5 million m^3 of polluted wastewater, and 33,7 million m^3 of polluted wastewater was discharged into the «Agriculture, Forestry and Fisheries» [17, p. 21–22].

The issue of the quality of drinking water was and remains to be extremely relevant and acute for Ukraine. Almost 80 percent of Ukraine's drinking water is provided by the surface sources and 20 percent − by the underground sources. In accordance with the hygienic classification of water bodies under degree of pollution, the majority of river basins can be classified as polluted and highly polluted, which do not meet the requirements of sanitary legislation for the sources of drinking water. At the same time, the existing treatment facilities, technologies for treatment and disinfection of drinking water in some cases are not able to treat and clean it to the level of regulatory indexes. Control over the water quality of surface reservoirs shows that their ecological condition is practically not improving. Improper agricultural practices, municipal, industrial and agricultural pollution of water bodies against the background of negative climate changes led to the disappearance of thousands of small rivers from the map of Ukraine, loss of water content of the main water arteries of Ukraine, and to the degradation and destruction of water and surrounding water ecosystems. Besides, the quality of underground water does not always meet the regulatory requirements of the State Sanitary Regulations and Standards «Hygienic Requirements for Drinking Water intended for Human Consumption» (State Sanitary Regulations and Standards 2.24-171-10), in particular in terms of dry residue, hardness and iron content. It should be noted that during the autumn-winter period in 2020–2021, there was an unfavourable hydrometeorological situation causing spring flooding in the basins of all rivers of Ukraine, which had an extremely unsatisfactory impact on the sources of drinking water supply. Besides, there is deterioration in the quality of drinking water from agricultural centralized water supply systems. Many agricultural water supply systems are not equipped with treatment facilities and disinfection units, and there is no laboratory control of the quality of drinking water. The issue of providing the population with drinking water is acute in certain regions, not only in terms of quality, but also in terms of quantity. Water supply according to schedules and lack of water in supply networks for a long period of time cause bacterial contamination of drinking water [17, p. 56–57].

Another urgent issue of the Dnipro reservoirs cascade and especially for the Lower Dnipro is deterioration of water properties as a result of eutrophication of reservoirs («water blooming»): sharp increase in the biological productivity of blue-green algae (most often caused by the anthropogenic activity), which leads to the biological pollution of reservoirs due to the accumulation biogenic substances in water, namely compounds of phosphorus and nitrogen, causing a sharp decrease in the oxygen content in the water and increase in pH, precipitation of calcium carbonate, magnesium hydroxide, causing adverse implications for the entire ecosystem of a reservoir. After the period of «blooming» in shallow water zones, destruction of dead biomass of blue-green algae causes penetration

of their silt deposits in the water bottom layer: about 17,1 thousand tons of mineral nitrogen and 0,6 thousand tons of mineral phosphorus. Shallow water areas with eutrophic state are formed in water stagnation zones with elevated temperature conditions and occupy up to 40% of the area of the Dnipro reservoirs cascade. The long-term increase in eutrophication of the Dnipro reservoirs cascade contributes to increase in the concentration of biogenic elements, dominance of blue-green algae in the phytoplankton, decrease in transparency, increase in the content of organic matter, significant deterioration of water ecosystem and decrease in the biological productivity of the Dnipro [22, p. 177–178].

Thus, taking all the aforesaid into consideration, the main issues of the current state of the water management complex of Ukraine are the following: acceleration of wearing of the main assets of water management complex contacting with polluted water; additional costs for compensation of water deficiency as a result of its pollution in a certain area; lack of effective stimulation of investment in water-saving or water-free technologies at the water-intensive enterprises; eutrophication of water bodies; chemical, thermal, radiation, bacteriological pollution of water bodies; change in species composition and decrease in biodiversity of aquatic ecosystems; change in the hydrological regime of rivers as a result of their regulation, creation of reservoirs and draining of swamps; morbidity of the population caused by the consumption of contaminated drinking water; decrease in the territories of rest and recreational areas due to the increase in anthropogenic load; control over updating the list of harmful substances-pollutants of water resources; lack of clear strategy for financial support for innovative and technological modernization of water management complex in Ukraine; lack of effective legislative innovation and investment policy in the field of water resources management [12, p. 446–447; 13].

New principles of water consumption and water management must be determined in accordance with the requirements of sustainable development using the experience of highly-developed European countries. The organization of work on the regulation of water resources should be started on the district, region, and settlement level. The public should be involved in this process. The first step on the way to preserve and protect water resources should be the inventory of water sources: rivers, ponds, lakes, canals, reservoirs and streams. At the same time, suitability for its use is of prime importance. Each water source shall have its datasheet containing the most complete and up-to-date data regarding the quantitative and qualitative composition of water. During the inventory, special attention should be paid to the water purity and the territory adjacent to the water source. Clogging and pollution of many water sources is caused by the destructive actions of population and are associated with the lack of controlled garbage dumps [14, p. 85].

In order to improve the ecological, water management and sanitary state of water resources, it is necessary to implement a set of measures aimed at the restoration and protection of water bodies, including measures to stop the discharge of untreated sewage, water exchange, ecologically regenerating discharges from reservoirs, establishment of optimal regimes operation of water management systems, renaturalization of drained floodplains, compliance with the regime of limited management in coastal protective strips, reclamation of disturbed lands.

Conclusions. Pursuant to the hygienic classification of water bodies according to their degree of pollution, the most river basins can be classified as polluted and highly polluted, which do not meet the requirements of sanitary legislation for sources of drinking water. Control over the water quality of surface reservoirs shows that their ecological state is practically not improving. Improper agricultural practices, municipal, industrial and agricultural pollution of water bodies against the background of negative climate changes cause a disappearance of thousands of small rivers from the map of Ukraine, as well as loss of water content of the main water arteries of Ukraine and the degradation and destruction of water and surrounding water ecosystems. The quality of underground water also does not always meet the regulatory requirements of the State Sanitary Standards and Rules «Hygienic Requirements for Drinking Water intended for Human Consumption» (State Sanitary Regulations and Standards 2.24-171-10), in particular in terms of dry residue, hardness and iron content.

The issue of rational water use, conservation and protection of water resources shall fall within a direct competence of local self-government bodies, publicity, who has a reliable objective information, which should be a basis for building-up a water management, concurrently with solution of issues of conservation and protection of water resources, as well as implementation of measures to explain the importance of water resources to students, youth and local population.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Євтушенко О. Т. *– к.с.-г.н.,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
semen_olga@ukr.net

На сучасному етапі одним із наслідків погіршення екологічної ситуації у гідроекосистемах природного та штучного походження є зростаюче антропогенне навантаження, зокрема якісні та кількісні зміни екологічного стану цих екосистем, збіднення їхнього видового складу та зниження біопродуктивності.

Проблема збереження та раціонального використання водних ресурсів стає все гострішою для України та інших країн світу, що обрали шлях сталого розвитку. Забезпечення належного екологічного стану водно-ресурсного потенціалу є актуальним для всіх регіонів країни, в яких водогосподарські та гідроекологічні проблеми поглиблюються природним дефіцитом водних ресурсів, їх нерівномірним розподілом.

Більшість басейнів річок згідно з гігієнічною класифікацією водних об'єктів за ступенем забруднення можна віднести до забруднених та дуже забруднених, які не відповідають вимогам санітарного законодавства на джерела питного водопостачання. Моніторинг якості води поверхневих водойм свідчить про те, що їх екологічний стан практично не покращується. Неналежна сільськогосподарська практика, комунальне, промислове та сільськогосподарське забруднення водних об'єктів на фоні негативних змін клімату призвели до зникнення з карти України тисяч малих річок, втрати водності головних водних артерій України та деградації, знищення водних та навколоводних екосистем. Якість підземних вод також не завжди відповідає нормативним вимогам Державних санітарних норм та правил.

Питання раціонального водокористування, збереження та охорони водних ресурсів повинні входити безпосередньо до компетенції місцевих органів самоврядування, громадськості, що володіють достовірною об'єктивною інформацією, яка має бути основою для побудови водного господарства при одночасному вирішенні проблем збереження та охорони водних ресурсів, а також проводити заходи значущості водних ресурсів серед учнів, молоді та місцевого населення.

Ключові слова: водні ресурси, забруднення, якість води, антропогенне навантаження.

BIBLIOGRAPHY

1. Хвесик М. А., Мандзик В. М. Водні ресурси − інвестиція сьогодення і перспективи майбутнього. *Інвестиції : практика та досвід*. 2009. № 1. С. 2–8.
2. Томільцева А. І., Яцик А. В., Мокін В. Б. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. К. : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.
3. Скок С. В. Методичні аспекти оцінки впливу міських стічних вод на якість річки Дніпро. *Водні біоресурси та аквакультура.* 2020. Вип. 2. С. 251–267.
4. Єльнікова Т. О., Коцюба І. Г., Герасимчук О. Л., Скиба Г. В. Дослідження екологічного стану річки Ірша. *Водні біоресурси та аквакультура.* 2021. Вип. 1. С. 18–26.
5. Ігошин М. І. Проблеми відродження та охорони малих річок і водойм. Гідроекологічні аспекти : навч. посіб. для студ. ВНЗ. Одеса : Астропринт, 2010. 230 с.
6. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р. Особливості нормативного оцінювання якості води водних об'єктів для рекреаційних цілей України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2022. № 1(63). С. 40–53.

7. Васютинська К. А., Барбашев С. В., Кімінчиджи М. І. Небезпека створення дефіциту водних ресурсів у регіонах України в умовах урбанізації. *Науково-практичний журнал* «*Екологічні науки*». 2020. № 4(31). С. 42–48.
8. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). К. : Ніка-Центр, 2010. 316 с.
9. Скок С. В. Біонідикаційні методи оцінки рівня забруднення водних екосистем. *Водні біоресурси та аквакультура.* 2022. № 1(11). С. 131–143.
10. Бреус Д. С., Левченко М. В. Методи оцінювання та нормування якості природних водних ресурсів. *Таврійський науковий вісник.* 2019. № 110. Ч. 2. С. 126–131.
11. Клименко М. О., Клименко О. М., Петрук А. М. Гідроекологічний моніторинг водних екосистем з огляду на сучасні європейські напрями у природоохоронній діяльності. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2013. № 3. С. 22–27.
12. Колтунович О. Проблеми та перспективи розвитку водогосподарського комплексу в Україні та країнах-членах СНД. *Економіка і суспільство.* 2017. № 12. С. 444–448.
13. Клименко М. О., Ліхо О. А., Вознюк Н. М. Шляхи покращення екологічного стану водних екосистем. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування.* 2007. Вип. 3(39). С. 64–70.
14. Щурик М. Водні ресурси Карпатського макрорегіону: збереження та охорона. *Проблеми і перспективи економіки та управління.* 2017. № 1(9). С. 82–90.
15. Довкілля України 2020 : статистичний збірник. Київ, 2021. 189 с. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/11/Dovk_20.pdf (дата звернення: 22.03.2023).
16. Директива 2000/60/ЕС Європейського Парламенту і Ради: Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики, від 23 жовтня 2000 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ 994_962#Text (дата звернення: 21.03.2023).
17. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2021 році. Київ, 2022. 326 с. URL: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/12/naczionalna-dopovid-pro-yakist-pytnoyi-vody-ta-stan-pytnogo-vodopostachannya-v-ukrayini-u-2021-roczi.pdf (дата звернення: 23.03.2023).
18. Лазарчук М. О., Лико С. М., Бедункова О. О., Мороз О. Т., Судук О. Ю. Екологічний контроль у водному господарстві України : навч. посіб. РДГУ, 2013. 165 с.
19. Василенко Є., Кошкіна О. Технічний звіт : опис характеристик району басейну річки Дніпро. 2019. 38 с.

20. Стан підземних вод України : щорічник. Київ : Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2021. 124 с.
21. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р., Кравчинський Р. Л., Чунарьов О. В. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона : навч. посіб. К. : ВПЦ «Київський університет», 2015. 155 с.
22. Пічура В. І., Потравка Л. О. Екологічний стан басейну ріки Дніпро та удосконалення механізму організації природокористування на водозбірній території. *Водні біоресурси та аквакультура.* 2021. № 1(9). С. 170–200.
23. Вода як інструмент концепції більш чистого виробництва : методич. посіб. для оцінки водокористування на підприємствах. Київ: Центр ресурсоефективного та чистого виробництва, 2016. 28 с.
24. Сніжко С., Шевченко О., Дідовець Ю. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України (повний звіт за результатами проекту). Київ : Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2021, 68 с.

REFERENCES

1. Khvesyk M. A., Mandzyk V. M. (2009). *Vodni resursy − investytsiia sohodennia i perspektyvy maibutnoho* [Water resources are an investment of the present and future prospects]. *Investytsii : praktyka ta dosvid,* no 1, 2–8. [in Ukrainian].
2. Tomiltseva A. I., Yatsyk A. V., Mokin V. B. (2017). *Ekolohichni osnovy upravlinnia vodnymy resursamy* [Ecological foundations of water resources management]. Textbook. Instytut ekolohichnoho upravlinnia ta zbalansovanoho pryrodokorystuvannia. [in Ukrainian].
3. Skok S. V. (2020). *Metodychni aspekty otsinky vplyvu miskykh stichnykh vod na yakist richky Dnipro* [Methodical aspects of the evaluation of the impact of urban wastewater on the Dnipro river quality]. *Vodni bioresursy ta akvakultura*, Vol. 2, 251–267. [in Ukrainian].
4. Yelnikova T. O., Kotsiuba I. H., Herasymchuk O. L., Skyba H. V. (2021). *Doslidzhennia ekolohichnoho stanu richky Irsha* [Research of the ecological condition of the Irsha river]. *Vodni bioresursy ta akvakultura*, Issue 1, 18–26. [in Ukrainian].
5. Ihoshyn M. I. (2010). *Problemy vidrodzhennia ta okhorony malykh richok i vodoim. Gidroekologichni aspekty* [Problems of revival and protection of small rivers and reservoirs. Hydro-ecological aspects]. Textbook. Odesa : Astroprynt. [in Ukrainian].
6. Khilchevskyi V. K., Zabokrytska M. R. (2020). *Osoblyvosti normatyvnoho otsiniuvannia yakosti vody vodnykh obiektiv dlia rekreatsiinykh tsilei Ukrainy* [Features of normative assessment of water quality of water bodies

for recreational purposes in Ukraine]. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia,* no 1(63), 40–53. [in Ukrainian].
7. Vasiutynska K. A., Barbashev S. V., Kiminchydzhy M. I. (2020). *Nebezpeka stvorennia defitsytu vodnykh resursiv u rehionakh Ukrainy v umovakh urbanizatsii* [The risk of a water scarcity in the Ukraine regions in urbanization terms]. *Naukovo-praktychnyi zhurnal «Ekolohichni nauky»,* no. 4(31), 42–48. [in Ukrainian].
8. Hrebin V. V. (2010). *Suchasnyi vodnyi rezhym richok Ukrainy* (landshaftnohidrolohichnyi analiz) [Modern water regime of rivers of Ukraine (landscape and hydrological analysis)]. Kyiv : Nika-Tsentr. [in Ukrainian].
9. Skok S. V. (2022). *Bionidykatsiini metody otsinky rivnia zabrudnennia vodnykh ekosystem* [Bioindication methods for assessing the level of pollution of aquatic ecosystem]. *Vodni bioresursy ta akvakultura,* no 1(11), 131–143. [in Ukrainian].
10. Breus D. S., Levchenko M. V. (2019). *Metody otsiniuvannia ta normuvannia yakosti pryrodnykh vodnykh resursiv* [Methods of estimation and normalization of quality of natural water resources]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk,* no. 110, Part 2, 126–131. [in Ukrainian].
11. Klymenko M. O., Klymenko O. M., Petruk A. M. (2013). *Hidroekolohichnyi monitorynh vodnykh ekosystem z ohliadu na suchasni yevropeiski napriamy u pryrodookhoronnii diialnosti* [Hydro-ecological monitoring of water ecosystems in view of modern European trends in environmental protection activities]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi aharnoi akademii,* no. 3, 22–27. [in Ukrainian].
12. Koltunovych O. (2017). *Problemy ta perspektyvy rozvytku vodohospodarskoho kompleksu v Ukraini ta krainakh-chlenakh SND* [Problem and perspectives of the water management complex in Ukraine and CIS member]. *Ekonomika i suspilstvo,* no. 12, 444–448. [in Ukrainian].
13. Klymenko M. O., Liho O. A., Vozniuk N. M. (2007). *Shljahy pokrashhennja ekologichnogo stanu vodnyh ekosystem* [Ways to improve the ecological state of water ecosystems]. *Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management*, Vol. 3(39), 64–70. [in Ukrainian].
14. Shchuryk M. (2017). *Vodni resursy Karpatskoho makrorehionu: zberezhennia ta okhorona* [Water resources of the Carpathian macro region: conservation and protection]. *Problemy i perspektyvy ekonomiky ta upravlinnia*, no. 1(9), 82–90. [in Ukrainian].
15. *Dovkillia Ukrainy 2020* [Environment of Ukraine 2020] : statystychnyi zbirnyk. Kyiv, 2021. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/ 2021/zb/11/Dovk_20.pdf (data zvernennia: 22.03.2023). [in Ukrainian].
16. *Dyrektyva 2000/60/IEC Yevropeiskoho Parlamentu i Rady: Pro vstanovlennia ramok diialnosti Spivtovarystva v haluzi vodnoi polityky* [Directive 2000/60/

EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy]. The 23d of October 2000. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text.

17. *Natsionalna dopovid pro yakist pytnoi vody ta stan pytnoho vodopostachannia v Ukraini u 2021 rotsi* [National report on the quality of drinking water and the state of drinking water supply in Ukraine in 2021]. Kyiv. 2022. URL: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/12/naczionalna-dopovid-pro-yakist-pytnoyi-vody-ta-stan-pytnogo-vodopostachannya-v-ukrayini-u-2021-roczi.pdf (data zvernennia: 23.03.2023).
18. Lazarchuk M. O., Lyko S. M., Bedunkova O. O., Moroz O. T., Suduk O. Iu. (2013). *Ekolohichnyi kontrol u vodnomu hospodarstvi Ukrainy* [Ecological control in water management of Ukraine]. Textbook. RDHU. [in Ukrainian].
19. Vasylenko Ie., Koshkina O. (2019). *Tekhnichnyi zvit : opys kharakterystyk raionu baseinu richky Dnipro* [Technical report: description of the characteristics of the Dnipro river basin area]. [in Ukrainian].
20. *Stan pidzemnykh vod Ukrainy* [State of underground waters of Ukraine] : shchorichnyk. Kyiv : Derzhavna sluzhba heolohii ta nadr Ukrainy, Derzhavne naukovo-vyrobnyche pidpryiemstvo «Derzhavnyi informatsiinyi heolohichnyi fond Ukrainy». 2021. [in Ukrainian].
21. Khilchevskyi V. K., Zabokrytska M. R., Kravchynskyi R. L., Chunarov O. V. (2015). *Osnovni zasady upravlinnia yakistiu vodnykh resursiv ta yikhnia okhorona* [Basic principles of water resources quality management and their protection]. Textbook. Kyiv : VPTs «Kyivskyi universytet». [in Ukrainian].
22. Pichura V. I., Potravka L. O. (2021). *Ekolohichnyi stan baseinu riky Dnipro ta udoskonalennia mekhanizmu orhanizatsii pryrodokorystuvannia na vodozbirnii terytorii* [Ecological condition of the Dnipro river basin and improvement of the mechanism of organization of nature use on the water catchment territory]. *Vodni bioresursy ta akvakultura,* no. 1(9), 170–200. [in Ukrainian].
23. *Voda yak instrument kontseptsii bilsh chystoho vyrobnytstva* [Water as a tool of the concept of cleaner production] : metodych. posib. dlia otsinky vodokorystuvannia na pidpryiemstvakh. Kyiv: Tsentr resursoefektyvnoho ta chystoho vyrobnytstva. 2016. [in Ukrainian].
24. Snizhko S., Shevchenko O., Didovets Iu. (2021). *Analiz vplyvu klimatychnykh zmin na vodni resursy Ukrainy (povnyi zvit za rezultatamy proektu)* [Analysis of the impact of climate change on water resources of Ukraine (full report based on project results)]. Kyiv : Tsentr ekolohichnykh initsiatyv «Ekodiia». [in Ukrainian].

UDC 631:556.5:528.9
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.12

AGRICULTURAL DETERMINANTS OF BIOGENIC POLLUTION OF SURFACE WATERS IN THE DNIPRO RIVER BASIN

Pichura V. I. *– Doctor of Agricultural Sciences, Professor,*
Potravka L. O. *– Doctor of Economic Sciences, Professor,*
Rutta O. V. *– Assistant,*
Kherson State Agrarian and Economic University,
pichuravitalii@gmail.com, potravkalarisa@gmail.com, happyness8@ukr.net

The necessity of conducting research on the impact of sources of pollution of the Dnipro River depending on their impact is determined. It has been established that the Dnipro River basin is a multi-sectoral complex that covers 48% of the territory of Ukraine and accumulates 80% of water resources. It is noted that the Dnipro River basin has a high natural and socio-economic value, as it meets the drinking needs of 70% of the population of Ukraine. It is established that the sources of water pollution are industrial complexes, agriculture, and urban agglomerations. It is proved that deforestation, intensification of agriculture, hydromelioration, the functioning of the Dnipro reservoirs cascade, and intensive use of water resources are the causes of the Dnipro River basin destruction. It has been determined that agricultural development of the catchment areas has caused soil erosion, which is the most important mechanism of substance migration on the earth's surface, causing up to 17 billion tons of mineral particles and 3.5 billion tons of dissolved substances to enter the seas, oceans and internal runoff zones annually. It is established that high concentrations of mineral particles in surface runoff reduce water quality, which requires additional costs for their treatment, repair of the water supply network, and restoration of irrigation networks. The article has calculated the zonal hazard of nutrient pollution of surface waters within the multi-level sub-basins of the transboundary Dnipro River, which is a consequence of soil-erosion processes. It is established that the sub-basins located in the mixed forest zone or the upper part of the transboundary river Dnipro have the lowest potential for diffuse pollution by suspended solids. It is proved that in order to assess the degree of danger of soil-erosion pollution of water bodies with phosphorus, it is necessary to establish "ecologically limiting" values of the actual concentration. It is proved that the river sub-basins of the Lower Dnipro River, located in the steppe zone, are potentially dangerous in accordance with the indicators of dissolved phosphorus concentration in the waters. The necessity of developing adaptive landscape erosion control projects with elements of soil protection agriculture is determined.

Keywords: biogenic pollution, erosion, land-use, Dnipro River, catchment area, modeling.

Statement of the problem. One of the largest transboundary rivers in Europe is the Dnipro River with a basin area of about 511 thousand km², 57.3% of which is located within Ukraine. The Dnipro basin covers more than

48% of Ukraine's territory and accumulates about 80% of its water resources, which satisfies the food and drinking needs of more than 70% of Ukraine's population [1]. The Dnipro River basin is a diversified complex with high natural and socio-economic value. However, the current state of the catchment area is characterized by a complex and tense environmental situation caused by economic activity and military aggression by russia.

Large industrial complexes (over 60% of industrial production), agricultural land (agrogenic transformation of the basin in general is over 55%, and over 70% within part of Ukraine), and the largest urban agglomerations are concentrated in the Dnipro basin. Deforestation, chemicalisation of agriculture, hydromelioration, the operation of the Dnipro reservoirs cascade, intensive use of water resources (over 5000 million m^3 per year) and discharge of significant volumes of polluted water (over 400 million m^3 per year), etc. have had a destructive impact [2–4].

The environmental situation has been further complicated by the consequences of russia's full-scale military invasion of Ukraine. The aggressor country not only takes the lives of thousands of people, but also exerts catastrophic pressure on the environment of our country, destroying the species composition of flora and fauna, polluting water sources, destroying the fertile soil layer, poisoning it with oil products and heavy metals. The state of water resources is adversely affected by shell bursts, flooded vehicles, fuel and lubricant spills, damaged or destroyed dams, coastal abrasion, destruction of bridges and construction of artificial water retaining structures, creation of fortifications in coastal water protection zones, destruction of floodplain ecosystems, and destruction of sewage treatment plants with subsequent discharge of untreated sewage into natural sources. Thus, the intensity of economic impact and the consequences of military aggression have been the reasons for the transformation of the territories and waters of the Dnipro basin, which necessitates the search for rational ways to restore ecological systems, optimize natural resource use and integrated river basin management.

In this context, the search for an optimal mechanism of rational environmental management based on the principles of anti-erosion organization of the territory aimed at preserving soil fertility and reducing the level of diffuse pollution of surface waters becomes more relevant.

It has been established that erosion is a single complex of processes of soil cover destruction, movement and redistribution of sediments on slopes during surface water runoff, which causes the process of migration and redistribution of mineral and chemical substances in landscapes and the land-ocean system [5–7]. Soil erosion is the most powerful mechanism of substance migration on the earth's surface in the agriculturally developed areas of catchment basins [8, 9]. With the flow of rivers (about 45 thousand km^3), 17 billion tons of

mineral particles and 3.5 billion tons of dissolved substances enter the seas, oceans and inland runoff zones annually [10]. The significant impact of natural and anthropogenic erosion on the formation of the basin component of river sediment runoff is evidenced by a 5-8-fold increase in sediment runoff modules from agriculturally developed lowland river catchments [11; 12].

It has been determined that two consequences of soil-erosion migration are of the greatest importance for assessing the ecological state of landscapes and surface waters [1]: 1) removal of nutrients from arable slopes, primarily biogens (nitrogen, phosphorus and potassium – NPK) contained in the soil and applied fertilizers; 2) reduction in the quality and pollution of water resources due to erosion accumulation of mineral and chemical substances, including toxic and radioactive ones.

In recent decades, against the backdrop of declining natural soil fertility [13–15], there has been a significant increase (2-fold) in global grain production due to the intensification or "chemicalisation" of agriculture [16]. This has led to a significant increase in soil-erosion migration of highly toxic substances (heavy metals, pesticides, radionuclides) and deterioration of the ecological state of a large part of the catchment area, erosion and channel systems outside the primary sources of pollution. Biogenic substances entering aquatic ecosystems together with mineral substrate from slopes contribute to eutrophication of water bodies and reduce the quality of water resources [17; 18]. The sources of nitrogen, phosphorus and potassium in natural waters are industrial and domestic wastewater, but the bulk of the total nutrient inputs come from agricultural sources [19; 20]. The modulus of river runoff of phosphorus from agriculturally developed areas is 10-15 times higher than that of forested areas [1].

It has been established that high concentrations of mineral particles in surface runoff reduce water quality [21], which requires additional costs for water treatment, repair and restoration of irrigation networks, and in the long term will cause siltation and degradation of river systems. Erosion removes both gross and mobile forms of nutrients from the topsoil. Gross forms have transferred with soil washout, while mobile forms have transferred with melt and rainwater runoff. Mineral nitrogen is carried away mainly by surface water, while phosphorus, which is most strongly bound to the soil substrate, is carried away with small soil particles.

The greatest losses of nutrients are observed in the cultivation of row crops, less – In fields occupied by continuous sowing crops, annual and perennial grasses. The insufficient duration of the observation series, the lack of a single methodology and the variety of research conditions do not make it possible to determine the rate of nutrient removal for any natural zone [22], it can be noted that the intensity of gross removal of mobile forms of NPK is proportional to the intensity of mineral substrate flushing, and the removal of mobile forms with sediment runoff is an order of magnitude higher than the removal in solution.

From an ecological perspective, it is important to assess the migration of mobile forms of nutrients (yield reduction, eutrophication of water bodies). Their content in sediments, as well as the proportion of dissolved substances, depends on many factors: erosion intensity, crop cultivation technology, season, etc. Depending on these factors, the ratio of total nutrient removal to dissolved sediment varies widely. The concentration of ions in summer floods is 1.8–3.1 times higher than during floods [23].

It has determined that at a sufficiently high spatial variation of migration of mobile forms of biogens (up to 60–70%), determination of their quantity is impossible without erosion modeling, which describes each local episode of runoff in separate catchment basins of different orders (such as the RUSLE model) [24; 25]. At the present stage, the territorial assessment of nutrient migration can be carried out based on actual data on the content of their gross and mobile forms in arable soils of the regions and the territorial distribution of the intensity of mineral substrate washout from arable land. Thanks to soil surveys, the territorial distribution of nutrients on arable land is presented in national atlases, reference and scientific literature.

It has been established that the content of biogens largely depends on the humus content and mechanical composition of soils, which allows the use of soil maps reflecting the distribution of genetic soil types and their particle size distribution for territorial assessments [26]. For example, the average gross phosphorus content in sod-podzolic and light grey forest soils is 0.05–0.16%, in grey forest soils – 0.10–0.20%, in dark grey forest soils – 0.12–0.28%, in podzolic, leached, typical and ordinary black soils – 0.17–0.35%, in southern black soils – 0.14–0.19%, in chestnut soils – 0.03–0.16%. The content of mobile forms of nutrients, especially nitrogen, varies depending on the composition of the parent rocks, the season, and the amount of fertilizer applied. On an area of several hectares, the coefficients of variation in the content of mobile phosphorus can be up to 56% and potassium up to 51% [27].

Analysis of recent research and publications. According to the research of I. P. Kovalchuk [28], in Western Podillia, the average value of the coefficients of sediment transport beyond the slopes from flushing has been in the range of 18–24%, in ploughed catchment areas with melt water runoff in the range of 44–54% and with storm water runoff – 38–51%. For many regions, the accumulation of sediment mass from slopes within the land network ranges from 50 to 70%. It is believed that in flat areas, on average, no more than 10–20% of the total amount of sediment from slopes enters rivers [29].To date, models of soil erosion and soil-erosion migration of chemicals and sediments have been developed that simulate water runoff, transport and accumulation of sediments within slopes and small (up to 400 ha) field catchments – the CREAMS and WEPP models [30]. However, it is currently impossible to obtain primary input data for large-scale assessments using these models.

Klymenko O. [31] in his works has noted that the river basin is a complex socio-economic and ecological system with the definition of general and additional classification features that should be used to develop a strategy for sustainable development of regions. Korobov R. in his co-authorship [32] considered the river basin as a natural unit that has the greatest vulnerability to climate change. Dyakov O. [33] emphasized the need for wide and consistent implementation of the principles of management and legal regulation in the field of use and protection of water bodies based on the basin approach. Shveebs G. [34] proposed the allocation and study of natural and economic units on the basis of the basin approach in order to optimize nature management. Scientists M. Klymenko [35], O. Likho [36], and I. Netrobchuk [37] noted that a small river basin is a complex self-regulating system that has the ability to function regardless of changes in external conditions and is an important indicator of the environmental condition of transboundary catchment areas, due to the level of anthropogenic load on its components of landscape ecosystems, which are a set of biogeocenoses on a homogeneous area of the earth's surface, interconnected by genetic (by origin), historical (history of development and exploitation), geochemical (geochemical compounds, water runoff, transfer of organic and mineral substances) and biotic links (animal migration, transfer of spores and living plant material) and covered by a certain type of economic use [38].

Objective. To establish the patterns of biogenic pollution of surface waters of the Dnipro River basin as a result of extensive agricultural land use.

Research methods and materials. The calculation of the zonal hazard of nutrient pollution of surface waters as a result of soil-erosion processes was carried out within the multi-level sub-basins of the transboundary Dnipro River. Preliminary hydrological modeling [39] has identified 776 sub-basins ranging in size from 1.9 to 22680.2 km² of the IV–IX orders. The total length of the erosion network of the Dnipro River basin is 53267.3 km, including 90% of the length of watercourses of 1–4 orders. The area drained by thalwegs of the 1st–4th order is 58.4%, 5th and 6th order – 33%, 7th–9th order – 8.6%. Thus, the main channel is fed with sediments from the upper and middle reaches (91.4%), while the lower reaches of the Dnipro River are fed with local sediments (1.8%).

The erosion potential of the Dnipro River catchment has deen previously assessed based on the calculation of average annual flushing rates in the spring and summer period using the modified empirical and statistical model RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) [5; 11]. As a result of the geomodelling, a raster model has been created that enabled quantitative assessment of mineral substrate washout and nutrient removal from slopes based on a single methodology for quantitative territorial erosion assessment.

Sediment load reduction in large watercourses and rivers is assessed using the 'sediment input coefficient' (Kn). For the Dnipro River sub-basins, Kn was calculated using the following formula:

$$K_n = 0.25F^{0.2} \quad (1)$$

where, F – raster of the basin or sub-basin area, ha.

The calculation of diffuse pollution by suspended solids (DPSS, thousand tons) in the Dnipro River basin as a result of the water-erosion process has been carried out using the ArcGIS Raster Calculator using the formula:

$$DPSS = \frac{F \cdot P \cdot A \cdot K}{100} \quad (2),$$

where, F – raster of the catchment area of a catchment basin or sub-basin, ha; P – raster of the ploughed area of a catchment basin or sub-basin,%; A – raster of suspended solids removal from arable land with runoff, t/ha; K – raster of the coefficient of suspended solids reaching the river network (from 0.10 to 0.20).

To spatially assess the potential of soil-erosion phosphorus concentration in channel streams at the foot of the slope, we used the indicator of conditional concentration of gross phosphorus (CCP, mg/dm^3), which is calculated by the formula:

$$\mathrm{CCp} = \frac{10 \cdot \mathrm{A} \cdot \mathrm{S} \cdot \mathrm{P}}{H} \quad (3),$$

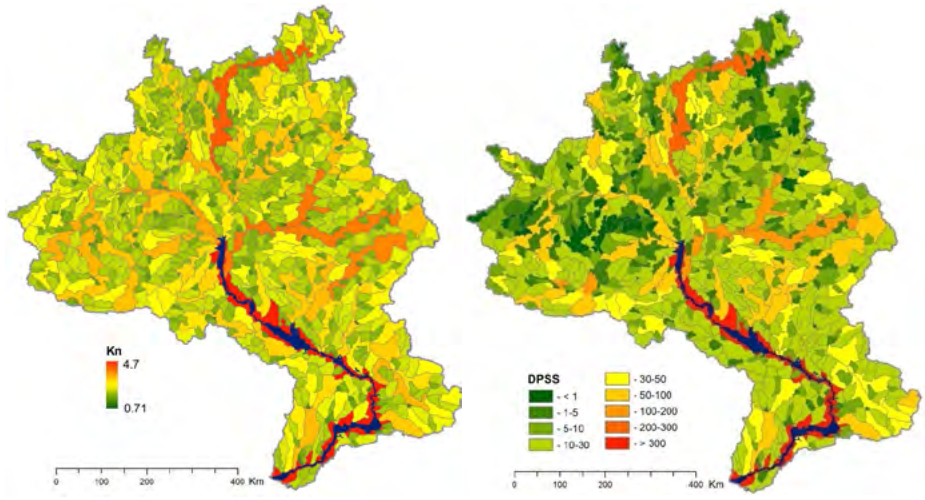
where A is a raster of the intensity of leaching on arable land, t/ha; S is a raster of the share of arable land in the catchment, %; P is a raster of the gross phosphorus content in the arable layer, %; H is a raster of the average long-term surface water runoff layer (mm).

In order to identify the factors of soil erosion processes and potential surface water pollution in the Dnipro River basin, satellite images were interpreted to determine the share of arable land in the catchment area and soil and climate maps have been vectorised to obtain spatial rasters of the average long-term surface water runoff layer and gross phosphorus content in the arable layer in the soils of the Dnipro River basin. ArcGIS 10.6 software has been used for spatial analysis and modeling.

Research results and discussion. Over the past 20–30 years, the phosphate content of wastewater entering the wastewater treatment plants of cities fed by the Dnipro River has increased tenfold. In addition to deviations from the norm of sanitary and chemical indicators, there is an increase in microbiological and viral contamination, and there is constant natural and anthropogenic destruction and landslides in the coastal zones of the Dnipro River, especially in the buffer zones of reservoirs. A preliminary analysis [2] of the degree of ploughing and forestation indicates high environmental vulnerability and severe degradation of land resources on more than 70 per cent of the transboundary basin, which leads to significant disruption of the functioning of the Dnipro River geohydroecosystems. Regulation of the river's

flow as a result of the construction of six reservoir cascades has led to stagnation of water, intensive accumulation of erosion products and waterlogging of a large part of the Dnipro, especially in the lower reaches of the river [40]. The significant deterioration in the quality of the Dnipro water, which has been used for drinking purposes by 70–80% of the population of Ukraine, greatly complicated the process of its preparation to the level of drinking water quality, as the water treatment plants on the Dnipro were built about 40–50 years ago and are designed for higher (class I-II) water quality than the one we have in the middle and lower reaches of the transboundary river today (class III–IV). Therefore, the implementation of modern, scientifically based soil and water protection measures developed on the basis of basin management approaches remains an urgent and priority task [41; 42].

Erosion and slope geosystems are the upper link of the cascade erosion and channel system, which is the main source of water and sediments for the lower links. Assessment of the impact of the soil-erosion component of nutrient migration on water pollution should take into account the peculiarities of sediment transport on slopes on pasture and forested slopes paragenetically linked to arable land, and, most importantly, the transformation of sediment runoff in the lower parts of erosion channel geosystems (in the land network and rivers). Most of the erosion products have transported to the lower unploughed areas of slopes, to the bottoms of gullies and beams, and to the floodplains of small rivers. The intensity of accumulation depends on many factors: the spatial



a *b*

Fig. 1. **Reduction of sediment runoff (*a*) and diffuse pollution by suspended solids (*b*) in the Dnipro River sub-basins**

distribution of different lands, the density of terrain dissection, and the territorial structure of landscapes in the catchments.

It has proposed to use the dependence of the "sediment supply coefficient" (Kn) on the river basin area for spatial modeling of changes in the mass of migrant biogens within the erosion channel systems of the Dnipro River basin. The spatial assessment of sub-basins by Kn has shown in Figure 1*a*.

One of the most important integrating indicators of the agricultural load on water bodies in the Dnipro catchment area is diffuse suspended sediment pollution (DSSP), which occurs through the washing away of agricultural land with the subsequent accumulation of pesticides and chemicals used in intensive agriculture in water resources. In addition, local sources of pollution, or "hot spots", should be taken into account, including discharges from sewage treatment plants in large cities in the direction of the Dnipro River.

The vast majority of sub-basins (about 95%) with an DSSP value of less than 5 thousand tons per year (Fig. 1*b*) have located in the mixed forest zone (upper reaches of the Dnipro River) and cover about 82.2 thousand hectares or 16.1% of the total area of the transboundary basin (Table 1). Almost 91% of the catchment area of the Dnipro River basin has had a value of the DSSP of less than 100 thousand tons per year, including 38.14% of the area where the DSSP varies between 10–30 thousand tons per year. For 9.16% of the transboundary basin, the value of the DSSP is more than 100 thousand tons per year, including the territories of sub-basins of the VI–IX orders.

Table 1. **Distribution of the territory by the level of diffuse pollution by suspended solids in the Dnipro River basin**

DSSP, thsd tons	area, thousand km²	% of the total area
< 1	18.9	3.70
1–5	63.3	12.40
5–10	66.4	12.99
10–30	194.9	38.14
30–50	55.8	10.93
50–100	64.9	12.70
100–200	14.9	2.92
200–300	9.1	1.79
> 300	22.7	4.45
Total	**511.0**	100.0

Surface runoff from slopes is only a part of the surface river runoff, which also includes groundwater and overflow, the share of which in the total surface runoff varies in landscape zones, which makes it difficult to directly calculate the removal of biogens at monitoring runoff sites.

On the territory of the transboundary Dnipro basin, the factors influencing the CCP (Fig. 2) have a marked latitudinal zonation. The average long-term layer of surface runoff (H, mm) decreases from 290 to 5 mm in the direction of the Dnipro River flow (Fig. 2*a*).

For subbasins in the mixed forest zone, the *H* value is 51–290 mm with a variation level (V%) of 38.0%, in the forest-steppe zone, the *H* value is 45–140 mm (V – 33.5%), and in the steppe zone, the *H* value is 5–56 mm (V – 44.5%). The share of arable land in the watershed (*S,*%) of individual sub-basins in the mixed forest zone (Fig. 2*b*) is within 0–56% (V – 58.0%), in the forest-steppe zone *S* – 0–60% (V – 30.7%), in the steppe zone *S* – 10–76% (V – 39.0%). The average value of gross phosphorus content in the tilth layer (*P*,%) of agricultural landscapes of catchment sub-basins in the mixed forest zone (Fig. 2*c*) varies from 0.02 mm/dm³ to 0.21 mm/dm³ (V – 53.3%), in the forest-steppe zone *P* – 0.03–0.32 (V% – 23.5%), in the steppe zone *P*– 0.06–0.32 (V – 19.7%).

Zonal changes in the erosion potential of precipitation, soil erosion, relief factors, land use culture and the implementation of soil protection measures determine the specifics of the territorial distribution of the intensity of water-erosion processes, primarily on arable land (*A*, t/ha). The intensity of washout on arable land in the transboundary basin of the Dnipro River in some local territorial units reaches the level of 29 t/ha (Fig. 2*d*). On average, in the mixed forest zone, the *A* value is: on the plains – up to 6.2 t/ha, on the slopes – up to 9.0 t/ha; in the forest-steppe zone: on the plains – up to 3.6 t/ha, on the slopes – up to 6.4 t/ha; in the steppe zone: on the plains – up to 2.4 t/ha, on the slopes – up to 6.5 t/ha.

On the basis of the presented raster models, the indicator has been calculated and a spatial model of the distribution of soil-erosion potential of phosphorus concentration in channel streams at the foot of the slope within each sub-basin of the Dnipro River was created (Fig. 3). Surface waters formed in the catchments of the forest-steppe and steppe zones of the transboundary basin have had the highest values of CCP, which increased the risk of eutrophication and overgrowth of water bodies and river channels in these zones.

The spatial concentration of gross phosphorus from north to south (Fig. 3*b*) and from west to east (Fig. 3*c*) in the Dnipro basin has increased exponentially, due to the high degree of ploughing and low values of the average annual water runoff layer compared to the forest zone. In river sub-basins with a high degree of ploughed slopes, the risk of water pollution increases as soil-erosion intensity of phosphorus removal increases.

The main factor in the zonal differentiation of phosphorus inputs to water bodies is the river runoff layer, the modulus of sediment runoff from slopes and the degree of ploughing of individual sub-basins. In the catchment area, these factors increase the relative and absolute phosphorus supply to water bodies in the direction of the Dnipro River flow (from north to south).

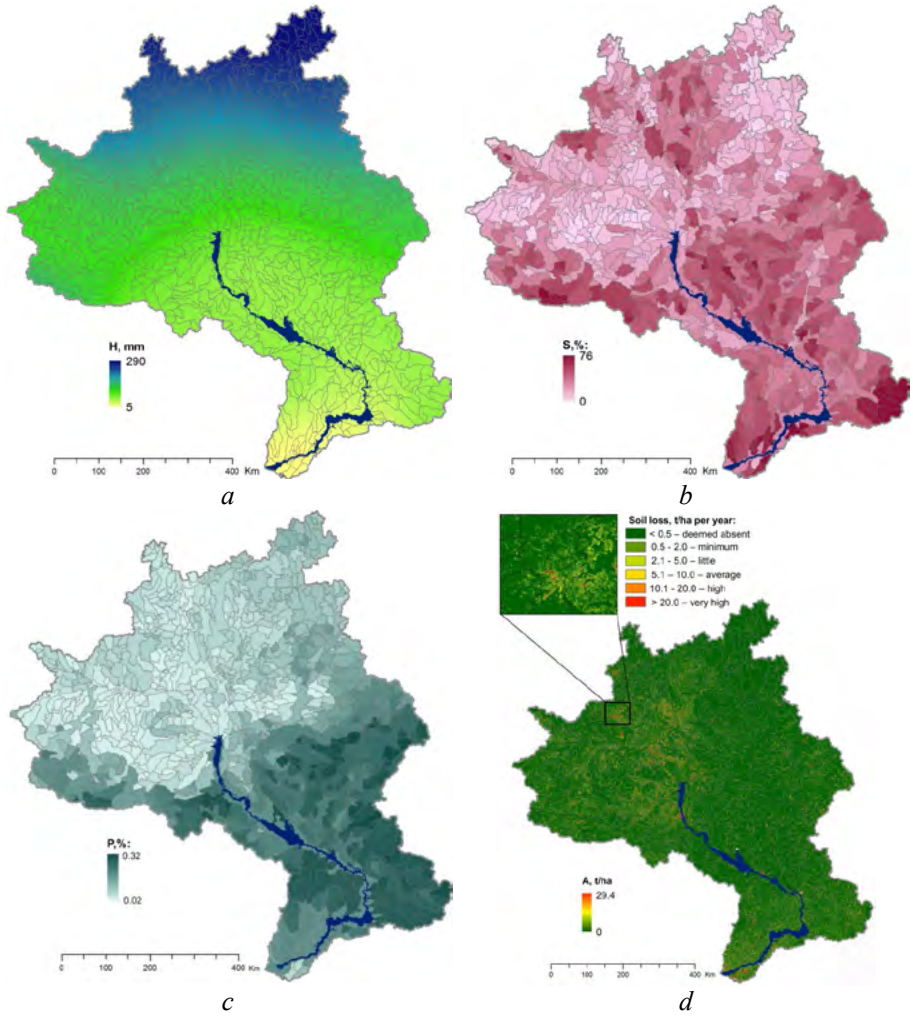
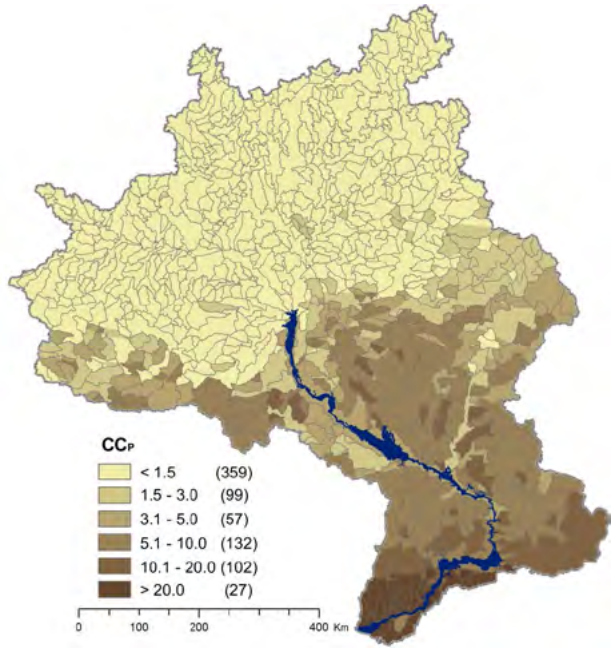


Fig. 2. **Distribution of factors influencing the risk of phosphorus pollution of surface waters in the Dnipro River basin:**
***a* – average perennial layer of surface water runoff (H, mm); *b* – share of arable land in the catchment area (S,%); *c*– gross phosphorus content in the arable layer (P,%); *d* – intensity of leaching on arable land (A, t/ha)**

The actual concentration of dissolved phosphorus in river waters is much lower than the CCp value, because the CCp indicator takes into account all the gross phosphorus carried away from slopes, and river waters are highly "clarified" compared to flows from slopes. The resulting spatial raster model of CCp values allows for a reliable assessment of the risk of soil and erosion pollution of water with phosphorus in individual sub-basins and the entire

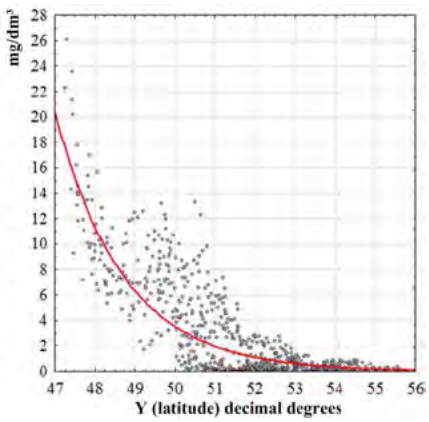


Spatial distribution function of CCP values

$$CCp = 650.95 + 4.47x - 0.018x^2 - 26.59y + 0.262y^2 - 0.061xy,\ r^2 = 0.76$$

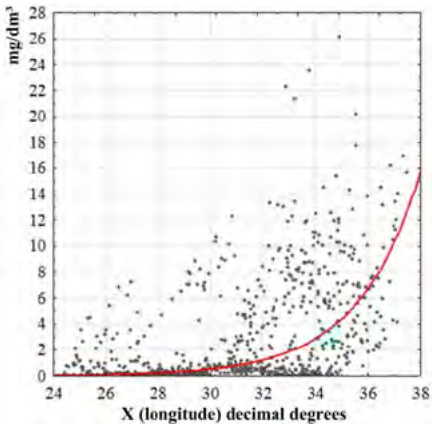
where, x – longitude, decimal degrees, y – latitude, decimal degrees

a



$$CCp = 1.70 \cdot 10^{13} \cdot \exp^{-0.584x},\ r^2 = 0.99$$

b



$$CCp = 1.56 \cdot 10^{-6} \cdot \exp^{0.424x},\ r^2 = 0.98$$

c

Fig. 3. **Spatial distribution of soil-erosion phosphorus inputs to surface waters in selected sub-basins of the Dnipro River transboundary watershed: *a* – cartogram and spatial distribution model; *b*– south → north; *c* – west → east**

Dnipro basin. To assess the degree of danger of soil-erosion pollution of water bodies with phosphorus, it is necessary to determine the "ecologically limiting" values of the actual concentration and their impact on eutrophication.

Researchers have found that algae do not develop at soluble phosphorus content of up to 0.01 mg/dm³, while "blooming" of water can be observed at a phosphorus content of 0.01–0.025 mg/dm³, and optimal algal growth has observed at concentrations of 0.09–1.8 mg/dm³. Thus, the first ecologically limiting value of the concentration of dissolved phosphorus in water, which has begun the blooming of water, can be taken as a concentration of 0.01 mg/dm³. Limit values of the CCp, taking into account the ratio of gross and mobile forms and sediment input coefficients, should be much higher – for medium and large rivers, at least 1 mg/dm³.Water has contained about 10% of gross phosphorus in dissolved form. A limit value of more than 20 mg/dm³ corresponds to an excess of the actual phosphorus concentration of 0.2 mg/dm³.

In accordance with the "Methodology for the establishment and use of environmental standards for the quality of surface waters of land and estuaries of Ukraine" [43], an environmental classification of water by phosphate is established. Class I has included waters with a phosphorus content of less than 0.015 mg/dm³, Class II – 0.015-0.050 mg/dm³, Class III – 0.051-0.200 mg/dm³, Class IV – 0.201–0.300 mg/dm³, and Class V – more than 0.300 mg/dm³. In accordance with the methodology, 6 categories of land have deen identified and the area of the Dnipro catchment basin was calculated according to the degree of potential danger of phosphorus water pollution as a result of soil-erosion processes (Table 2).

Table 2. **Characteristics of potential gross phosphorus inputs to the surface waters of the Dnipro River basin**

Phosphorus concentration in channel streams at the foot of the slope, mg/dm³	Danger dissolved phosphorus concentration in river waters, mg/dm³	Area, thousand km²	%
<1.5	<0.015	257.8	50.5
1.5–3.0	0.015–0.030	55.2	10.8
3.1–5.0	0.031–0.050	54.3	10.6
5.1–10.0	0.051–0.100	99.5	19.5
10.1–20.0	0.101–0.200	30.9	6.1
>20.0	>0.200	13.3	2.6
Total	–	511.0	100.0

It has been established that for 359 sub-basins with a total area of 257.8 thousand km² (50.5% of the total territory of the transboundary basin), the potential phosphorus concentration in channel streams at the foot of the slope as a result of agricultural activities is < 1.5 mg/dm³, i.e. the soluble phosphorus

content in the waters of sub-basins, mainly in the mixed forest zone, is < 0.015 mg/dm³ and their quality corresponds to the first class. According to the phosphorus indicator, the waters of 156 sub-basins, which are mainly located in the forest-steppe zone, are classified as Class II (21.4%).For a significant part of water bodies and watercourses in 234 sub-basins of the forest-steppe and steppe zones, with a total area of 130.4 thousand km² (25.6%), the potential phosphorus concentration has been in the range of 0.051–0.200 mg/dm³ and the surface water quality corresponds to Class III. The highest potential hazard in terms of dissolved phosphorus concentration in water is in the river sub-basins of the Lower Dnipro located in the steppe zone. As a result of water-erosion processes in the upper and middle reaches of the Dnipro River and the accumulation of local sediments from agricultural land, the phosphorus concentration in the lower part of the Dnipro exceeds 0.200 mg/dm³. It has been determined that for 27 sub-basins with a total area of 13.3 thousand km² (2.6%), water bodies can potentially be classified as Class IV and V, with a high degree of danger of eutrophication, overgrowth and siltation of floodplain water bodies and river channels.

Conclusions. The process of soil-erosion migration of nutrients was modeled and the risk of surface water pollution in the Dnipro River basin was determined using geographic information systems and remote sensing technologies. The coefficient of sediment supply and the spatial distribution of diffuse pollution by suspended solids in the Dnipro basin as a result of the water-erosion process are calculated. It was found that the sub-basins located in the mixed forest zone or the upper part of the transboundary Dnipro River have had the lowest potential for diffuse pollution by suspended solids. Sub-basins of the VI-IX orders have had the highest value of diffuse pollution by suspended solids (more than 100 thousand tons per year). The spatial modeling of the conditional gross phosphorus concentration (CCp, mg/dm³) has revealed that surface waters formed in the forest-steppe and steppe catchments of the transboundary basin are characterized by high CCp values of 5 to 20 mg/dm³ and more. This spatial trend has been due to the high degree of ploughing and low values of the average annual water runoff layer. In accordance with the environmental standards for the quality of surface waters of land and estuaries in Ukraine, water bodies and watercourses located on 50.5% of the territory (mainly in the mixed forest zone) of the Dnipro basin have a potential phosphorus concentration of less than 0.015 mg/dm³ and their quality corresponds to Class I, for 21.4% of the water bodies in the catchment area (mainly in the forest-steppe zone) have a potential phosphorus content of 0.015–0.050 mg/dm³ and are classified as Class II; for 25.6% of the territory, the potential concentration in channel streams is 0.051–0.200 mg/dm³, which corresponds to Class III water quality; the river sub-basins of the Lower Dnipro are most at risk of dissolved phosphorus concentration in water (over 0.20 mg/dm³). In this zone, for 27 sub-basins with a

total area of 13.3 thousand km² (2.6%), water bodies can potentially be classified as Class IV–V and are at high risk of eutrophication, overgrowth and siltation of floodplain water bodies and river channels. The obtained results make it possible to study the process of soil-erosion migration of nutrients and determine the risk of surface water pollution in the Dnipro River basin. This makes it possible to develop the priority needs for implementing adaptive landscape erosion control design with elements of conservation agriculture to reduce agricultural impact within individual sub-basins and create the preconditions for the rational use and improvement of land and water resources in the transboundary Dnipro basin.

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ОБУМОВЛЕНІСТЬ БІОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ РІКИ ДНІПРО

Пічура В. І. *– д.с.-г.н., професор,*
Потравка Л. О. *– д.е.н., професор,*
Рутта О. В. *– асистент,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
pichuravitalii@gmail.com, potravkalarisa@gmail.com, happyness8@ukr.net

Визначено необхідність проведення досліджень впливу джерел забруднення ріки Дніпро в залежності від їх впливовості. Встановлено, що басейн ріки Дніпро є багатогалузевим комплексом, який охоплює який охоплює 48% території України, акумулює 80% водних ресурсів. Зазначено, що басейн ріки Дніпро має високу природну і соціально-економічну цінність, оскільки питні потреби 70% населення України. Встановлено, що джерелами забруднення водних ресурсів є промислові комплекси, сільське господарство, міські агломерації. Доведено, що причинами деструкції басейну ріки Дніпро є вирубування лісів, інтенсифікація сільського господарства, гідромеліорація, функціонування каскаду дніпровських водосховищ, інтенсивне використання водних ресурсів. Визначено, що сільськогосподарське освоєння територій водозбірних басейнів стало причиною ерозії ґрунтів, яка являється найбільш механізмом міграції речовин на земній поверхні, що стає причиною потрапляння у моря, океани і у зони внутрішнього стоку до 17 млрд т мінеральних часток та 3,5 млрд т розчинених речовин щороку. Встановлено, що високі концентрації мінеральних часток у поверхневому стоці знижують якість вод, що потребує додаткових витрати на їх очищення, ремонт мережі водопостачання, відновлення іригаційних мереж. Здійснено розрахунок зональної небезпеки забруднення біогенними речовинами поверхневих вод у межах різнорівневих суббасейнів транскордонної ріки Дніпро, що стало наслідком ґрунтово-ерозійних процесів. Встановлено, що найменший потенціал дифузного забруднення зваженими речовинами мають суббасейни, розташовані у зоні мішаних лісів або верхній частині течії транскордонної річки Дніпро. Доведено, що для оцінки ступеня небезпеки ґрунтово-ерозійного забруднення водойм фосфором необхідно встановлювати «екологічно граничні» значення фактичної концентрації. Доведено, що потенційну небезпеку у відповідності до показників концентрації

розчиненого фосфору у водах, мають річкові суббасейни Нижнього Дніпра, які розміщені у степовій зоні. Визначено необхідність розробки адаптивно-ландшафтних протиерозійних проєктів з елементами ґрунтозахисного землеробства.

Ключові слова: біогенне забруднення, ерозія, землекористування, ріка Дніпро, водозбірний басейн, моделювання.

BIBLIOGRAPHY

1. Пічура В. І. Басейнова організація природокористування на водозбірній території транскордонної річки Дніпро. Херсон : «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. 380 с.
2. Пічура В. І. Сільськогосподарське порушення екологічної стійкості басейну річки Дніпро. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2016. № 5 (62). doi: http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2016.05.009
3. Pichura V., Pilipenko Y., Domaratsky E., Gadzalo A. (2017). Environmental assessment of the state of trans-boundary water sheds of the Dnieper. *Agroecological journal*, no. 2, 102–116.
4. Пічура В. І. Ретроспективний аналіз трансформації та проноз стоку річки Дніпро. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 3. С. 76–90.
5. Pichura V. I. Spatial prediction of soil erosion risk in the Dnieper river basin using revised universal soil loss equation and GIS-technology. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. № 2(56-1). С. 3–11.
6. Dudiak N. V., Pichura V. I., Potravka L. A., Stroganov A. A. (2020). Spatial modeling of the effects of deflation destruction of the steppe soils of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering,* Vol. 21(2), 166–177. doi:https://doi.org/10.12911/22998993/116321
7. Dudiak N., Pichura V., Potravka L., Stratichuk N. (2021). Environmental and economic effects of water and deflation destruction of steppe soil in Ukraine. *Journal of Water and Land Development,* no. 50, 10–26. doi: 10.24425/jwld.2021.138156.
8. Lockhart L. P., Flemings P. B., Nikolinakou M., Germaine J. (2023). Velocity-based pore pressure prediction in a basin with late-stage erosion: Delaware Basin, U.S. *Marine and Petroleum Geology,* Vol. 150, 106159. doi: https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2023.106159
9. Gatti F., Bonaventura L., Menafoglio A., Rossi D., Papini M., Longoni L. (2023). An efficient and robust basin scale soil erosion model. *Computers & Geosciences*. 105362. doi: https://doi.org/10.1016/j.cageo.2023.105362
10. Martinsohn J., Nikolian F., Addamo A. M., Santos A. C., Guillén J., Neehus S., Baptista A. P., Petrucco G., Quatrini S., Telsnig T. (2022). The EU Blue Economy Report. Publications Office of the European Union. Luxembourg. URL: https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/system/files/2022-05/2022-blue-economy-report_en.pdf

11. Пічура В. І. Геомоделювання водно-ерозійних процесів у басейні річки Дніпро. *Agroecological journal*. 2016. № 4. С. 66–75.
12. Zhao H., Lin Y., Zhou J., Delang C. O., He H. (2022). Simulation of Holocene soil erosion and sediment deposition processes in the Yellow River basin during the Holocene. *CATENA*, Vol. 219, 106600. doi: https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106600
13. Pichura V., Potravka L., Stratichuk N., Drobitko A. (2023). Space-Time Modeling Steppe Soil Fertility Using Geo-Information Systems and Neuro-Technologies. *Bulgarian journal of agricultural science*, Vol. 29 (1), 182–197.
14. Breus D. S., Skok S. V. (2021). Spatial modelling of agro-ecological condition of soils in steppe zone of Ukraine. *Indian Journal of Ecology*, Vol. 48(3), 627–633.
15. Breus D., Yevtushenko O. (2023). Agroecological Assessment of Suitability of the Steppe Soils of Ukraine for Ecological Farming. *Journal of Ecological Engineering*, Vol. 24(5), 229–236. doi: 10.12911/22998993/161761
16. Lisetskii F. N., Pichura V. I., Kyrylov Yu. Ye., Hranovska V. G., Domaratsky E. A. (2017). The development and current state of the agricultural sector of the national economy due to the more active access to the global food market. *Agricultural Research Updates*. Volume 20. Editors: Prathamesh Gorawala and Srushti Mandhatri. Nova Science Publishers, Inc. Chapter 1. pp. 1–70. ISBN: 978-1-53612-216-9.
17. Пічура В. І., Шахман І. О., Бистрянцева А. М. Просторово-часова закономірність формування якості води в річці Дніпро. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Том 10, № 1–2. С. 44–57.
18. Pichura V. I., Malchykova D. S., Ukrainskij P. A., Shakhman I. A., Bystriantseva A. N. (2018). Anthropogenic Transformation of Hydrological Regime of The Dnieper River. *Indian Journal of Ecology,* Vol. 45(3), 445–453.
19. Szilassi P., Jordan G., Rompaey A., Csillag G. (2006). Impacts of historical land use changes on erosion and agricultural soil properties in the Kali Basin at Lake Balaton, Hungary. *CATENA*, Vol. 68(2–3), 96–108. doi: https://doi.org/10.1016/j.catena.2006.03.010
20. Foucher A., Salvador-Blanes S., Evrard O., Simonneau A., Chapron E., Courp T., Cerdan O., Lefèvre I., Adriaensen H., Lecompte F., Desmet M. (2014). Increase in soil erosion after agricultural intensification: Evidence from a lowland basin in France. *Anthropocene*, Vol. 7, 30–41. doi: https://doi.org/10.1016/j.ancene.2015.02.001
21. Пічура В. І., Потравка Л. О., Скок С. В. Екологічний стан акваторії ріки Дніпро у зоні впливу урбосистем (на прикладі міста Херсон). *Водні біоресурси та аквакультура*. 2019. № 2. С. 19–34. doi https://doi.org/10.32851/wba.2019.2.2

22. Räsänen T. A., Tähtikarhu M., Uusi-Kämppä J., Piirainen S., Turtola E. (2023). Evaluation of RUSLE and spatial assessment of agricultural soil erosion in Finland. *Geoderma Regional*, Vol. 32, e00610. doi: https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2023.e00610
23. Avand M., Khiavi A. N., Mohammadi M., Tiefenbacher J. P. (2023). Prioritizing sub-watersheds based on soil-erosion potential by integrating RUSLE and game-theory algorithms. Advances in Space Research. doi: https://doi.org/10.1016/j.asr.2023.03.031
24. Joshi P., Adhikari R., Bhandari R., Shrestha B., Shrestha N., Chhetri S., Sharma S., Routh J. (2023). Himalayan watersheds in Nepal record high soil erosion rates estimated using the RUSLE model and experimental erosion plots. *Heliyon,* Vol. 9(5), e15800. doi: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15800.
25. Sathiyamurthi S., Ramya M., Saravanan S., Subramani T. (2023). Estimation of soil erosion for a semi-urban watershed in Tamil Nadu, India using RUSLE and geospatial techniques. *Urban Climate*, Vol. 48, 101424. doi: https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101424.
26. Пічура В. І. Грунтово-кліматичний та екологічний потенціал території транскордонного басейну Дніпра. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 4(68). doi: http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2017.04.003.
27. Pichura V. I. (2015). Basin approach to spatial-temporal modeling and neyroprediction of potassium content in dry steppe soils. *Biogeosystem Techniqu*, no. 2(4), 172–184. doi: 10.13187/bgt.2015.4.172.
28. Ковальчук И. П. Развитие эрозионных процессов и трансформация речных систем при антропогенном воздействии на их бассейны (на примере западной Украины). *Эрозия почв и русловые процессы.* 1995. С. 43–68.
29. Li X., Xu W., Song S., Sun J. (2023). Sources and spatiotemporal distribution characteristics of nitrogen and phosphorus loads in the Haihe River Basin, China. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 189, 114756. doi: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114756.
30. Лэйн Л. Дж., Ренард К. Г., Фостер Г. Р., Лафлен Дж. М. Разработка и применение современных методов прогноза эрозии – опыт Министерства сельского хозяйства США. *Почвоведение*. 1997. № 5. С. 606–615.
31. Клименко О. М. Основи екомоніторингу басейнів річок за переходу агросфери до сталого розвитку (на прикладі річки Горинь) : автореферат дисертації доктора с.-г. наук за спеціальністю 03.00.16 – «Екологія». Львів, 2015. 40 с.
32. Коробов Р., Тромбицкий И., Сыродоев Г., Андреев А. Уязвимость к изменению климата: Молдавская часть бассейна Днестра : монография. Международная ассоциация Хранителей рек Eco-TIRAS. Кишенев : Б.и., 2014. 336 с.

33. Дьяков О. А. Басейновий підхід до управління водними ресурсами у південних регіонах України. *Стратегічні пріоритети*. 2009. № 2(11). С. 225–230.
34. Швебс Г. И. Концентрация природно-хозяйственных систем и вопросы рационального природопользования. *География и природные ресурсы*. 1987. № 2. С. 30–38.
35. Клименко М. О., Ліхо О. А., Вознюк Н. М. Шляхи покращення екологічного стану водних екосистем. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2007. Вип. 3(39–1). С. 64–70.
36. Ліхо О. А. Обґрунтування моніторингу антропогенних змін в басейнах малих річок: автореферат дисертація кандидата сільськогосподарських наук (спеціальність 06.01.02). Київ, 1998. 17 с.
37. Нетробчук І. М., Боярин М. В. Екологічна оцінка сучасного стану якості води річки Студянка. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій* : збірник наукових праць. Луцьк : РВВ «Вежа», Волинський національний університет ім. Лесі Українки, 2008. № 5. С. 31–36.
38. Олійник Я. Б., Шищенко П. Г., Гавриленко О. П. Основи екології : підручник. Київ, 2012. 558 с.
39. Пічура В. І. Структура гідрогеоморфологічної системи для створення геооснови екологічного каркаса басейну річки Дніпро. *Вісник Дніпропетровського державного агро-економічного університету*. 2016. № 2(40). С. 19–25.
40. Pichura V. I., Pilipenko Yu. V., Lisetskiy F. N., Dovbysh O. E. (2015). Forecasting of Hydrochemichal Regime of the Lower Dnieper Sectionusing Neurotechnologies. *Hydrobiological Journal*, Vol. 51(3), 100–110. doi: 10.1615/HydrobJ.v51.i3.80.
41. Пічура В. І., Потравка Л. О. Типізація території басейну ріки Дніпро за ступенем агрогенної трансформації ландшафтних територіальних структур. *Наукові горизонти*. 2019. № 9(82). С. 45–56. doi: 10.33249/2663-2144-2019-82-9-45-56
42. Пічура В. І., Потравка Л. О. Удосконалення механізму організації природокористування на території басейну Дніпра. *Біоресурси і природокористування.* 2019. Том 11(5–6). С. 84–101. doi: http://dx.doi.org/10.31548/bio2019.05.010
43. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Київ, 2001. 48 с.

REFERENCES

1. Pichura V. I. (2020). *Basejnova organizacija pryrodokorystuvannja na vodozbirnij terytorii' transkordonnoi' richky Dnipro* [Basin organization of nature management in the catchment area of the transboundary Dnipro River]. Kherson : "OLDI-PLUS". [in Ukrainian].
2. Pichura V. I. (2016). *Sil's'kogospodars'ke porushennja ekologichnoi' stijkosti basejnu richky Dnipro* [Agricultural violation of the ecological sustainability of the Dnipro river basin]. *Scientific reports of NULES of Ukraine,* no. 5(62). doi: http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2016.05.009. [in Ukrainian].
3. Pichura V., Pilipenko Y., Domaratsky E., Gadzalo A. (2017). Environmental assessment of the state of trans-boundary water sheds of the Dnieper. *Agro-ecological journal,* no. 2, 102–116.
4. Pichura V. I. (2017). *Retrospektyvnyj analiz transformacii' ta pronoz stoku richky Dnipro* [Retrospective analysis of the transformation and prognosis of the flow of the Dnipro River]. *Balanced nature management,* no. 3, 76–90. [in Ukrainian].
5. Pichura V. I. (2016). Spatial prediction of soil erosion risk in the Dnieper river basin using revised universal soil loss equation and GIS-technology. *Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University,* no. 2(56–1), 3–11.
6. Dudiak N. V., Pichura V. I., Potravka L. A., Stroganov A. A. (2020). Spatial modeling of the effects of deflation destruction of the steppe soils of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering,* Vol. 21(2), 166–177. doi: https://doi.org/10.12911/22998993/116321
7. Dudiak N., Pichura V., Potravka L., Stratichuk N. (2021). Environmental and economic effects of water and deflation destruction of steppe soil in Ukraine. *Journal of Water and Land Development,* no. 50, 10–26. doi: 10.24425/jwld.2021.138156.
8. Lockhart L. P., Flemings P. B., Nikolinakou M., Germaine J. (2023). Velocity-based pore pressure prediction in a basin with late-stage erosion: Delaware Basin, U.S. *Marine and Petroleum Geology,* Vol. 150, 106159. doi: https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2023.106159
9. Gatti F., Bonaventura L., Menafoglio A., Rossi D., Papini M., Longoni L. (2023). An efficient and robust basin scale soil erosion model. *Computers & Geosciences,* 105362. doi: https://doi.org/10.1016/j.cageo.2023.105362
10. Martinsohn J., Nikolian F., Addamo A. M., Santos A. C., Guillén J., Neehus S., Baptista A. P., Petrucco G., Quatrini S., Telsnig T. (2022). The EU Blue Economy Report. Publications Office of the European Union. Luxembourg. URL: https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/system/files/2022-05/2022-blue-economy-report_en.pdf

11. Pichura V. I. (2016). *Geomodeljuvannja vodno-erozijnyh procesiv u basejni richky Dnipro* [Geomodeling of water erosion processes in the Dnipro River basin]. *Agroecological journal,* no. 4, 66–75. [in Ukrainian].
12. Zhao H., Lin Y., Zhou J., Delang C. O., He H. (2022). Simulation of Holocene soil erosion and sediment deposition processes in the Yellow River basin during the Holocene. *CATENA*, Vol. 219, 106600. doi: https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106600
13. Pichura V., Potravka L., Stratichuk N., Drobitko A. (2023). Space-Time Modeling Steppe Soil Fertility Using Geo-Information Systems and Neuro-Technologies. *Bulgarian journal of agricultural science,* Vol. 29(1), 182–197.
14. Breus D. S., Skok S. V. (2021). Spatial modeling of agro-ecological condition of soils in steppe zone of Ukraine. *Indian Journal of Ecology,* Vol. 48(3), 627–633.
15. Breus D., Yevtushenko O. (2023). Agroecological Assessment of Suitability of the Steppe Soils of Ukraine for Ecological Farming. *Journal of Ecological Engineering,* Vol. 24(5), 229–236. doi: 10.12911/22998993/161761
16. Lisetskii F. N., Pichura V. I., Kyrylov Yu. Ye., Hranovska V. G., Domaratsky E. A. (2017). The development and current state of the agricultural sector of the national economy due to the more active access to the global food market. *Agricultural Research Updates,* Vol. 20. Editors: Prathamesh Gorawala and Srushti Mandhatri. Nova Science Publishers, Inc. Chapter 1, 1–70. ISBN: 978-1-53612-216-9
17. Pichura V. I., Shahman I. O., Bystryantseva A. M. (2018). *Prostorovo-chasova zakonomirnist' formuvannja jakosti vody v richci Dnipro* [Spatio-temporal patterns of water quality formation in the Dnipro River]. *Bioresources and nature management,* Vol. 10(1-2), 44–57. [in Ukrainian].
18. Pichura V. I., Malchykova D. S., Ukrainskij P. A., Shakhman I. A., Bystriantseva A. N. (2018). Anthropogenic Transformation of Hydrological Regime of The Dnieper River. *Indian Journal of Ecology,* Vol. 45(3), 445–453.
19. Szilassi P., Jordan G., Rompaey A., Csillag G. (2006). Impacts of historical land use changes on erosion and agricultural soil properties in the Kali Basin at Lake Balaton, Hungary. *CATENA,* Vol. 68(2-3), 96–108. doi: https://doi.org/10.1016/j.catena.2006.03.010
20. Foucher A., Salvador-Blanes S., Evrard O., Simonneau A., Chapron E., Courp T., Cerdan O., Lefèvre I., Adriaensen H., Lecompte F., Desmet M. (2014). Increase in soil erosion after agricultural intensification: Evidence from a lowland basin in France. *Anthropocene,* Vol. 7, 30–41. doi: https://doi.org/10.1016/j.ancene.2015.02.001
21. Pichura V. I., Potravka L. O., Skok S. V. (2019). *Ekologichnyj stan akvatorii' riky Dnipro u zoni vplyvu urbosystem (na prykladi mista Herson)*

[Ecological condition of the Dnieper-River water area in the zone of the impact of urbosystems (exemplified by Kherson)]. *Water Bioresources and Aquaculture,* no. 2, 19–34. doi https://doi.org/10.32851/wba.2019.2.2 [in Ukrainian].

22. Räsänen T. A., Tähtikarhu M., Uusi-Kämppä J., Piirainen S., Turtola E. (2023). Evaluation of RUSLE and spatial assessment of agricultural soil erosion in Finland. *Geoderma Regional,* Vol. 32, e00610. doi: https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2023.e00610
23. Avand M., Khiavi A. N., Mohammadi M., Tiefenbacher J. P. (2023). Prioritizing sub-watersheds based on soil-erosion potential by integrating RUSLE and game-theory algorithms. *Advances in Space Research.* doi: https://doi.org/10.1016/j.asr.2023.03.031
24. Joshi P., Adhikari R., Bhandari R., Shrestha B., Shrestha N., Chhetri S., Sharma S., Routh J. (2023). Himalayan watersheds in Nepal record high soil erosion rates estimated using the RUSLE model and experimental erosion plots. *Heliyon*, Vol. 9(5), e15800. doi: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15800
25. Sathiyamurthi S., Ramya M., Saravanan S., Subramani T. (2023). Estimation of soil erosion for a semi-urban watershed in Tamil Nadu, India using RUSLE and geospatial techniques. *Urban Climate,* Vol. 48, 101424. doi: https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101424
26. Pichura V. I. (2017). *Gruntovo-klimatychnyj ta ekologichnyj potencial terytorii' transkordonnogo basejnu Dnipr* [Gruntovo-klimatychnyj and ecological potential of the territory' transcordonnogo basin Dnipr]. *Scientific reports of NULES of Ukraine,* no. 4(68). doi: http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2017.04.003 [in Ukrainian].
27. Pichura V. I. (2015). Basin approach to spatial-temporal modeling and neyroprediction of potassium content in dry steppe soils. *Biogeosystem Techniqu*, no. 2(4), 172–184. doi: 10.13187/bgt.2015.4.172
28. Kovalchuk I. P. (1995). *Razvitie erozionnykh protsessov i transformatsiya rechnykh sistem pri antropogennom vozdeystvii na ikh basseyny (na primere zapadnoy Ukrainy)* [Development of erosion processes and transformation of river systems under anthropogenic impact on their basins (on the example of Western Ukraine)]. *Soil erosion and channel processes,* 43–68. [in Russian].
29. Li X., Xu W., Song S., Sun J. (2023). Sources and spatiotemporal distribution characteristics of nitrogen and phosphorus loads in the Haihe River Basin, China. *Marine Pollution Bulletin,* Vol. 189, 114756. doi: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114756
30. LaneL. J., Renard K. G., Foster G. R., Laflin J. M. *Razrabotka I primenenie sovremennyk hmetodov prognoza erozii – opyt Ministerstva sel'skogo*

khozyaystva SShA [Development and application of modern methods of erosion forecasting – the experience of the US Department of Agriculture]. *Soil science*, no. 5, 606–615. [in Russian].
31. Klimenko O. M. (2015). *Osnovy ekomonitoryngu basejniv richok za perehodu agrosfery do stalogo rozvytku (na prykladi richky Goryn')* [Basics of ecomonitoring of river basins during the transition of the agricultural sector to sustainable development (on the example of the Horyn River)]. Abstract of the dissertation of the Doctor of Agricultural Sciences, specialty 03.00.16 – "Ecology". Lviv. [in Ukrainian].
32. Korobov R., Trombitsky I., Syrodoev G., Andreev A. (2014). *Uyazvimost' kizmeneniyuklimata: Moldavskayachast' basseynaDnestra: Monografiya* [Vulnerability to Climate Change: The Moldovan Part of the Dniester Basin: Monograph]. International Association of River Keepers Eco-TIRAS. Chisinau. [in Russian].
33. Dyakov O. A. (2009). *Basejnovyj pidhid do upravlinnja vodnymy resursamy u pivdennyh regionah Ukrai'ny* [Basin approach to water resources management in the southern regions of Ukraine]. *Strategic priorities,* no. 2(11), 225–230. [in Ukrainian].
34. Shwebs G. I. (1987). *Kontsentratsiya prirodno-khozyaystvennykh system i voprosy ratsional'nogo prirodopol'zovaniya* [Concentration of natural and economic systems and issues of rational nature management]. *Geography and natural resources,* no. 2, 30–38. [in Russian].
35. Klymenko M. O., Liho O. A., Vozniuk N. M. (2007). *Shljahy pokrashhennja ekologichnogo stanu vodnyh ekosystem* [Ways to improve the ecological condition of water ecosystems]. *Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management,* Vol. 3(39–1), 64–70. [in Ukrainian].
36. Liho O. A. (1998). *Obg'runtuvannja monitoryngu antropogennyh zmin v basejnah malyh richok* [Justification of the monitoring of anthropogenic changes in the basins of small rivers].Abstract of the thesis of the candidate of agricultural sciences (specialty 06.01.02). Kyiv, 17. [in Ukrainian].
37. Netrobchuk I. M., Boyarin M. V. (2008). *Ekologichna ocinka suchasnogo stanu jakosti vody richky Studjanka* [Ecological assessment of the current state of water quality of the Studyanka River]. *The nature of Western Polissia and adjacent territories: a collection of scientific works*. Lutsk, no. 5, 31–36. [in Ukrainian].
38. Oliynyk Y. B., Shishchenko P. G., Havrylenko O. P. (2012). *Osnovy ekologii'* [Basics of ecology]. Textbook. Kyiv. [in Ukrainian].
39. Pichura V. I. (2016). *Struktura gidrogeomorfologichnoi' systemy dlja stvorennja geoosnovy ekologichnogo karkasa basejnu richky Dnipro* [The structure of the hydrogeomorphological system for the creation of the geobasis of the ecological framework of the Dnipro River basin]. *Bulletin of*

the Dnipropetrovsk State Agricultural and Economic University, no. 2(40), 19–25. [in Ukrainian].

40. Pichura V. I., Pilipenko Yu. V., Lisetskiy F. N., Dovbysh O. E. (2015). Forecasting of Hydrochemichal Regime of the Lower Dnieper Sectionusing Neurotechnologies. *Hydrobiological Journal,* Vol. 51(3), 100–110. doi: 10.1615/HydrobJ.v51.i3.80.
41. Pichura V. I., Potravka L. O. (2019). *Typizacija terytorii' basejnu riky Dnipro za stupenem agrogennoi' transformacii' landshaftnyh terytorial'nyh struktur* [Typization of the Dnipro river basin territory according the degree of agrogenic transformation of landscape territorial structures]. *Scientific Horizons,* no. 9(82), C. 45–56. doi: 10.33249/2663-2144-2019-82-9-45-56. [in Ukrainian].
42. Pichura V. I., Potravka L. O. (2019). *Udoskonalennja mehanizmu organizacii' pryrodokorystuvannja na terytorii' basejnu Dnipra* [Improvement of the mechanism of nature management organization in the territory of the Dnipro basin]. *Bioresources and nature management,* Vol. 11(5-6), 84–101. doi: http://dx.doi.org/10.31548/bio2019.05.010. [in Ukrainian].
43. Romanenko V. D., Zhukinsky V. M., Oksiyuk O. P. (2001). *Metodyka vstanovlennja I vykorystannja ekologichnyh normatyviv jakosti poverhnevyh vod sushi ta estuarii'v Ukrai'n* [Methodology for the establishment and use of environmental standards for the quality of surface waters of land and estuaries of Ukraine]. Kyiv. [in Ukrainian].

УДК 504.423
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.13

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ)

Скок С. В. *– к.с.-г.н., доцент,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
skok_sv@ukr.net

Інтенсивний антропогенний вплив на морські екосистеми призвів до погіршення їх якісного стану, зниження біоресурсного і рекреаційного потенціалів. У зв'язку із тим, що деградоване морське середовище неможливо відтворити до цілком природного стану, одним із головних пріоритетів їх збереження є здійснення раціональної антропогенної діяльності, захист морських і прибережних екосистем від антропогенного забруднення, вирішення проблеми закислення моря.

Основна мета дослідження полягала у визначенні оцінки екологічного стану морської екосистеми Одеської затоки за джерелами антропогенного впливу. Методи дослідження ґрунтувалися на порівняльному, системному аналізі, теоретичному узагальненні, закономірностях просторово-часових змін якісних характеристик морських екосистем, гідролого-географічних узагальненнях про антропогенні джерела впливу на екологічний стан Одеського узбережжя.

Нестійкою та уразливою до негативного антропогенного пресингу виявилася прибережна частина Чорного моря у зоні дії морських та річкових портів, гирлових річкових зон, селітебних територій, які використовують прибережні морські води для рекреаційних і рибогосподарських цілей. Встановлено, що найбільше інтенсивне техногенне навантаження на морське середовище здійснюють скиди стічних каналізаційних вод. Протягом останніх двадцяти років обсяг надходження стічних вод на станції очистки зменшився на 60%. Ефективність очистки господарсько-побутових стоків на станціях «Північна» та «Південна» становила 82–95% по органічній речовині (перманганатна окислюваність, БСК), 72–86% по амонійного азоту, 53–67% по фосфатам, 97% по колі-індексу. Встановлено, що після очистки стічних вод на очисній станції «Північна» спостерігався понаднормативний вміст ХПК (5 ГДК), азоту амонійного (3 ГДК), азоту нітритного (2,5 ГДК), фосфатів (1,5 ГДК). Для стічних вод станції «Південна» встановлена тенденція до збільшення перманганатної окислюваності (7 ГДК), концентрації азоту амонійного (4 ГДК), фосфатів (2,5 ГДК), кількості патогенних мікроорганізмів.

Проблема забруднення морського середовища посилюється систематичним надходженням фосфатів до поверхневих вод. Існуючі традиційні методи очистки стічних вод від фосфатів вимагають витрат великої кількості енергоресурсів, хімічних реагентів. В умовах фінансового дефіциту міста неможливо модернізувати станції очистки стічних вод та використовувати новітні технології їх очистки. Тому для покращення якісного стану морських водних екосистем необхідно на основі законодавства зменшити надходження полютантів, шляхом обмеження використання фосфоровмісних засобів у побуті та промисловості.

Ключові слова: морська екосистема, стічні води, методи очистки, полютанти, джерела антропогенного впливу, ефективність очистки стічних вод.

Постановка проблеми. Морські екосистеми зазнають інтенсивного антропогенного впливу внаслідок здійснення нераціональної господарської діяльності на селітебних територіях та акваторіях річок. Зарегулювання стоку річок, зростання показників водоспоживання, скид забруднених каналізаційних та зливових стічних вод, екологічно необґрунтоване використання природних ресурсів, вилов риби та інших морепродуктів, посилена індустріалізація, хімізація, урбанізація обумовлюють зростання антропогенного пресингу на водне середовище [1–3]. Негативна антропогенна діяльність призвела до глобального забруднення морських екосистем побутовими, промисловими, сільськогосподарськими відходами. Забруднення морського середовища, спричинене в основному зовнішніми джерелами впливу, які мають високий ступінь локалізації: на кожному квадратному кілометрі моря в середньому зосереджено 13 тисяч предметів пластикового сміття [4]. Зростання вмісту канцерогенних та токсичних речовин, патогенних мікроорганізмів спричиняють зниження біоресурсного і рекреаційного потенціалів морської екосистеми. Загальновідомо, що завдяки наявності морського і прибережного біорізноманіття гідробіонтів, понад 3 мільярди людей забезпечені продуктами харчування. Морське середовище є комплексним природним об'єктом, порушену та деградовану екосистему якого неможливо відтворити до цілком природного стану [5]. Тому одним із головних пріоритетів у збереженні морського середовища є здійснення раціональної антропогенної діяльності, захист морських і прибережних екосистем від антропогенного забруднення, вирішення проблеми закислення моря.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання забруднення морських вод внаслідок інтенсивного антропогенного навантаження висвітлено у наукових працях В. І. Андрейцева, Г. І. Балюк, М. І. Васильєвої, І. В. Вітовської, Ю. О. Вовк, А. П. Гетьман, С. П. Головатого, Н. Р. Малищнової, О. В. Чорноуса, В. К. Попової, В. І. Сапожнікова, В. В. Петрова, О. Л. Дубовика, І. І. Каракаша та інших. Сучасний антропогенний пресинг на морське середовище полягає в збільшенні швидкості та кількості надходження забруднюючих речовин в Світовий океан, яке відбувається як на регіональному, так і глобальному рівнях. Цей негативний процес приводить до збільшення вмісту різних забруднюючих речовин та зниження якості вод Світового океану [6].

У випадку перевищення гранично допустимої концентрації полютантів з урахуванням ефекту сумації хімічних речовин, природна водна екосистема зазнає порушення екологічної рівноваги [7, 8]. Рівень антропогенного пресингу в останні роки значно збільшується, що спричиняє інтенсивне забруднення гідроекосистем. Погіршуються якісні показники поверхневих вод моря. Згідно наукових досліджень В. М. Єремеева та О. Є. Совги [5] антропогенна складова стоку забруднюючих речовин в

Світовий океан за вмістом пестицидів, свинцю, нафти, ртуті перевищує природний фон. Тому для комплексної екологічної оцінки морських екосистем необхідно досліджувати загальний стан гідробіонтів та донних відкладів, оскільки донні відклади найбільше забруднюються полютантами та при сприятливих абіотичних умовах перетворюються на джерела вторинного забруднення водних екосистем та морських організмів [4].

Постановка завдання. Здійснити оцінку екологічного стану морської екосистеми Одеської затоки за джерелами антропогенного впливу.

Методика досліджень. Методи дослідження ґрунтувалися на порівняльному, системному аналізі, теоретичному узагальненні, закономірностях просторово-часових змін якісних характеристик морських екосистем, гідролого-географічних узагальненнях, систематизації інформації про вплив антропогенних джерел забруднення на стан Одеського узбережжя.

Ефективність очищення каналізаційних стоків ($E_{кс}$) на очисних спорудах Одеського регіону визначалася шляхом порівняння їх якості до подачі і після скиду з очисної станції у відповідності до методики контролю якості стічних вод за формулою [6]:

$$E_{кс} = \frac{C_{вх} - C_{вих}}{C_{вх}} \times 100\%, \quad (1)$$

де $C_{вх}$ – концентрація забруднюючих речовин у каналізаційних водах до очистки, мг/дм^3;

$C_{вих}$ – концентрація забруднюючих речовин у каналізаційних водах після скиду з очисної станції, мг/дм^3.

Результати дослідження та їх обговорення. Деградація морського середовища в результаті інтенсивного антропогенного навантаження пов'язана із різноманітними джерелами негативного впливу. Встановлено, що частка забруднення морського середовища наземними джерелами складає 70%, частка морського транспорту та потрапляння відходів різного походження у море – 10% [9].

Якісні показники морських вод в акваторії Одеського району північно-західної частини Чорного моря формуються під впливом надходження полютантів зі стоком річок Дністра, Південного Бугу, Дніпра та скиду забруднених каналізаційних та зливових стоків від берегових джерел. У результаті вищевказаних антропогенних факторів впливу в поверхневі води моря надходить значна кількість біогенних та органічних речовин, що сприяють негативному розвитку процесів евтрофікації та змінюють гідрохімічний режим вод морських екосистем, знижують їх рекреаційний потенціал. Крім того, в досліджуваному районі систематично виникають гіпоксійно-аноксійні та застійні явища в придонному шарі моря переважно у весняний сезон, що призводить до різкого погіршення екологічних умов проживання та загибелі вищих гідробіонтів [10; 11].

Техногенне забруднення морських вод виникає в результаті скиду забруднених стічних вод промисловості, сільського господарства, розвитку судноплавства, негативного впливу стаціонарних та дифузних джерел забруднення [6].

Основними антропогенними джерелами впливу на морське середовище Одеської затоки є станції біологічної очистки «Північна» і «Південна»; Одеський припортовий завод; зливові стоки; дренажний стік; берегові індустріальні джерела (рис. 1) [12]. Частка забруднення антропогенного походження складає 30%.

Нестійкою та уразливою до негативного антропогенного пресингу виявилася прибережна частина Чорного моря, яка в основному знаходиться в зоні інтенсивної діяльності морських та річкових портів, гирлових річкових зон, а також у зоні впливу селітебних територій, які використовують прибережні морські води для рекреаційних і рибогосподарських цілей.

Найбільшого інтенсивного навантаження на морське середовище здійснюють очисні споруди біологічної очистки стічних каналізаційних вод «Північна» станція та станція біологічної очистки «Південна», призначені для очищення виробничих і господарсько-побутових стічних вод, що надходять від міського населення та промислових підприємств міста (рис. 2).

Проектна потужність станції очистки «Північна» становить 400 млн. м^3 на рік, надходить стічних вод близько 150 млн. м^3/рік, «Південної» – 73 млн. м^3/рік [13].

На станцію біологічного очищення «Північна» потрапляє близько 65% промислових та господарсько-побутових каналізаційних стічних вод з центральної частини міста Одеса. Стічні води очищуються методами механічної та біологічної очистки, а потім скидаються в Одеську затоку або Хаджибейський лиман. Скид очищених та нормативно-очищених стічних вод здійснюється на відстані 300 м від берега на глибині 3,6 м у відносно мілководну зону Одеської затоки [14].

Відсутність глибоководного випуску по скиду стічних вод з даної станції біологічної очистки негативно вплинуло на гідрохімічний режим поверхневих вод Одеської затоки. Через потрапляння та накопичення забруднюючих речовин у прибережній зоні погіршуються мікробіологічні показники якості моря, які не відповідають нормативам культурно-побутового та рибогосподарського використання. Стічні води на станції біологічної очистки «Північна» проходять два ступеня очистки вод – механічну та біологічну.

Перед скидом нормативно очищених вод в Хаджибейський лиман чи Одеську затоку здійснюється лабораторний аналіз за 23 показниками якості поверхневих вод моря, які контролюються відповідно до встановлених екологічних нормативів.

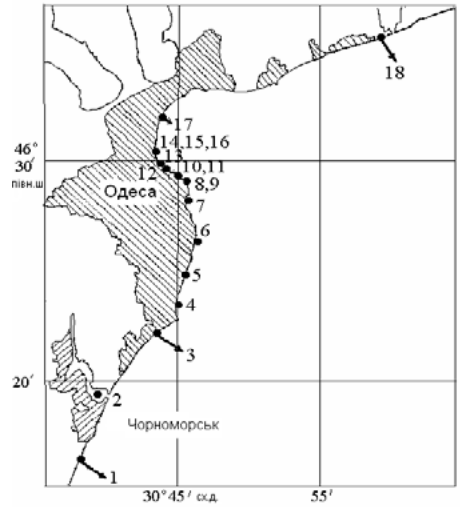


Рис. 1. **Антропогенні джерела забруднення морського середовища Одеського регіону [6]:**

1 – очисні споруди Чорноморського морського торгового порту; 2 – портовий холодильник морського порту; 3 – станція біологічного очищення «Південна»; 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13 – міські зливові випуски; 9 – портовий холодильник Одеського порту; 10 – суднoремонтний завод «Україна»; 11 – морвокзал Одеського порту; 14 – ЗАТ «Одеська цукрова компанія»; 15 – «Синтез-Ойл»; 16 – Одеська теплоелектроцентраль; 17 – СБО «Північна»; 18 – очисні споруди Одеського припортового заводу (ОПЗ)

а) «Північна» ***б) «Південна»***

Рис. 2. **Станції біологічної очистки стічних вод м. Одеси**

Біологічний метод очистки стічних каналізаційних вод відбувається з використанням активного мулу, що знижує концентрацію та вміст у стічних водах мінеральних та органічних забруднюючих речовин, які знаходяться у колоїдному і розчиненому станах.

На очисні споруди біологічної очистки «Південна» надходять каналізаційні стічні води з південної частини міста Одеси, яка є найбільш забудована приватними та багатоповерховими будинками.

Скид очищених стоків здійснюється через спеціальний розсіюваний випуск в акваторію Чорного моря на відстані 2,12 км від берега, на глибині 18,2 м [13].

Протягом останніх двадцяти років обсяг надходження стічних вод на станції очистки зменшився на 60%, що обумовлене підвищенням вартості води для споживачів, суворим контролем витрат води питної якості засобами обліку на підприємствах і в житлових будинках, реалізацією заходів щодо раціонального використання водних ресурсів на підприємствах, скороченням промислового виробництва [15].

Згідно аналізу таблиці 1 встановлено, що після очистки стічних вод спостерігається збільшення концентрацій ХПК (5 ГДК), азотовмісних з'єднань: азоту амонійного (3 ГДК), азоту нітритного (2,5 ГДК), азоту нітратного (в межах ГДК), фосфатів (1,5 ГДК), бактеріальне забруднення.

Таблиця 1. **Показники якості очищених стічних вод на станції «Північна»**

Найменування показника	**Концентрація**					
	Роки					
	2000	**2005**	**2009**	**2014**	**2019**	**ГДК**
Зважені речовини, мг/дм^3	4,00	10,42	11,00	11,7	11,3	20
$БСК_{повн}$, мг/дм^3	5,24	11,80	13,90	13,87	13,87	15
ХСК, мг/дм^3	60,80	79,00	79,00	72,3	68,0	80
Перманганатна окислюваність, мг/дм^3	5,34	8,50	9,20	8,70	10,20	2
Азот амонійний, мг/дм^3	1,50	5,87	6,50	6,60	6,71	2
Азот нітритний, мг/дм^3	0,12	0,37	0,84	2,78	2,65	0,08
Азот нітратний, мг/дм^3	6,08	3,71	3,80	28,69	31,50	40
Фосфати, мг/дм^3	3,80	4,63	3,00	3,98	4,00	3,5
Хлориди, мг/дм^3	120,8	129,6	129,6	165,5	183,6	300
Загальне мікробне число, КОЕ/см^3	$0{,}9\cdot10^5$	$3{,}7\cdot10^4$	$3{,}7\cdot10^4$	$149\cdot10^4$	$140\cdot10^4$	-
Колі-індекс, КОЕ/дм^3	$0{,}68\cdot10^8$	$4{,}3\cdot10^7$	$4{,}3\cdot10^7$	$1\cdot10^8$ – $1\cdot10^{10}$	$1\cdot10^8$ – $1\cdot10^{10}$	-

Для стічних вод станції «Південна» (таблиця 2) спостерігається тенденція до збільшення перманганатної окислюваності (7 ГДК), концентра-

ції азоту амонійного (4 ГДК), фосфатів (2,5 ГДК), збільшення кількості патогенних мікроорганізмів.

Таблица 2. **Показники якості очищених стічних вод на станції «Південна»**

Показники якості	Концентрація					
	Роки					
	2000	2005	2009	2014	2019	ГДК
Зважені речовини, мг/дм^3	8,92	11,87	13,0	9,8	11,2	20
БСК$_{повн}$, мг/дм^3	10,75	14,56	12,24	12,01	14,3	15
ХСК, мг/дм^3	59,3	53,8	56,0	44,1	64,8	80
Перманганатна окислюваність, мг/дм^3	8,86	8,90	10,8	12,5	14,5	2
Азот амонійний, мг/дм^3	7,41	4,66	6,80	8,70	8,40	2
Азот нітритний, мг/дм^3	0,14	0,24	0,26	1,52	1,57	0,08
Азот нітратний, мг/дм^3	3,78	4,72	5,45	23,15	33,4	40
Фосфати, мг/дм^3	2,13	5,04	9,30	8,49	7,60	3,5
Хлориди, мг/дм^3	96,20	-	108	94,2	102,4	300
Загальне мікробне число, КОЕ/см^3	$2{,}10\cdot10^4$	$455\cdot10^2$	$112\cdot10^2$	≤100	$100\cdot10^2$	-
Колі-індекс, КОЕ/дм^3	$8{,}67\cdot10^7$	$303\cdot10^4$	$303\cdot10^4$	$112\cdot10^2$	$250\cdot10^4$	-

Встановлено незначне зниження показників БПК, ХПК, що свідчить про зменшення кількості органічних забруднень. Крім того зменшення промислових перевезень засобами судноплавства спричинило покращення якості поверхневих вод Одеської затоки за вмістом нафтопродуктів, які є небезпечними для життя та розвитку гідробіонтів.

Протягом періоду з 2000 по 2005 років у стічних водах спостерігалося погіршення якості поверхневих вод Одеської затоки. Однак протягом останніх десяти років якісний стан досліджуваної морської гідроекосистеми суттєво не змінювався. Лише вміст азоту нітратного збільшився в 5 разів, що є причиною систематичного потрапляння поверхневих зливових стічних вод з сільськогосподарських земель до водного середовища [12].

При потраплянні стічних каналізаційних та зливових вод до водного середовища, важливим є показник ефективності очистки каналізаційних стічних вод, що надходять на станції біологічної очистки «Північна» та «Південна». При цьому рівень ефективності очистки по органічній речовині становив 82–95%, по амонійному азоту 72–86%, по фосфатам 53–67%, по колі-індексу 97%.

Однак не дивлячись на високу ефективність очистки стічних вод до морського середовища у значній кількості надходять забруднюючі речовини, які погіршують екологічний стан Одеської затоки (таблиця 3).

Таблиця 3. **Кількість забруднюючих речовин, що надходять зі стічними водами очисних споруд «Північна» в водне середовище**

Забруднююча речовина	Фактичний скид, т/рік				
	Роки				
	2000	2005	2009	2014	2019
Зважені речовини	386,37	884,60	838,34	670,43	639,54
$БСК_{повн}$	506,15	1001,75	1059,42	785,06	783,11
ХСК	5872,85	6706,63	6021,14	-	-
Перманганатна окислюваність	515,81	721,60	701,20	-	-
Азот амонійний	144,89	498,33	495,41	376,92	378,19
Азот нітритний	11,59	31,41	64,02	102,73	93,43
Азот нітратний	587,29	314,96	289,62	1654,45	1775,08
Фосфати	376,05	393,06	228,65	228,87	226,01
Хлориди	11668,43	11002,26	9877,72	9629,70	10348,44

Згідно аналізу таблиці 3 спостерігається тенденція зменшення кількості зважених та органічних речовин. Пройшовши всі стадії механічної та біологічної очистки на очисних спорудах «Північна» валовий скид хлоридів та фосфатів в морське середовище є рівномірним протягом останніх восьми років.

Потрапляння до морського середовища нітритів та нітратів збільшилося в 2–3 рази [12].

Подібна ситуація із фактичним скидом та надходженням до Одеської затоки забруднюючих речовин характерна і для очисних споруд біологічної очистки стічних вод «Південна» (таблиця 4). Протягом останніх 18 років зменшилась кількість зважених та органічних речовин, амоній-

Таблиця 4. **Кількість забруднюючих речовин, що надходять зі стічними водами очисних споруд «Південна» в морське середовище**

Забруднююча речовина	Фактичний скид, т/рік				
	Роки				
	2000	2005	2009	2014	2019
Зважені речовини	386,37	530,00	617,55	265,74	304,66
$БСК_{повн.}$	508,31	1005,18	581,45	329,29	389,96
ХСК	3297,79	2402,19	2660,22	-	-
Перманганатна окислюваність	492,72	397,39	513,04	-	-
Азот амонійний	412,08	208,07	323,03	236,20	227,561
Азот нітритний	7,51	10,76	12,35	41,42	42,34
Азот нітратний	215,22	210,75	258,90	626,05	909,86
Фосфати	118,45	225,04	441,79	231,72	206,40
Хлориди	5349,87	-	5130,43	2573,93	2785,10

ного азоту та хлоридів в 2 рази, що надходять в морське середовище після очистки каналізаційних стічних вод. Однак встановлено, що вміст нітритів збільшився в 6 разів та нітратів – у 4 рази та фосфатів у – 2 рази [15].

Не дивлячись на високу ефективність очистки стічних вод 85–90% за забруднюючими речовинами, збільшення валового скиду полютантів спричинена застарілою системою очистки [13].

Згідно проведеного аналізу кількості вмісту забруднюючих речовин у стічних водах, які систематично надходять у Хаджибейський лиман та Одеську затоку спостерігається розвиток процесів евтрофікації морських вод, зниження концентрацій кисню, появи небезпечних зон утворення сірководню, замулення екологічних ніш донних біологічних угрупувань, зниження біологічного різноманіття водних організмів, скорочення обсягу рибних запасів, зниження рекреаційного потенціалу морських екосистем, виникнення екологічної небезпеки для місцевого населення [11].

Проблема забруднення морського середовища посилюється систематичним надходженням фосфатів до поверхневих вод. Існуючі традиційні методи очистки стічних вод від фосфатів вимагають витрат великої кількості енергоресурсів, хімічних реагентів. Дефіцит міського бюджету призводить до неможливості модернізувати станції очистки стічних вод та застосовувати новітні технології їх очистки. Тому для зменшення кількості надходження полютантів до морських екосистем необхідно на основі законодавства обмежити використання фосфоровмісних миючих засобів у побуті та промисловості.

Висновки. Якісні показники морських вод в акваторії Одеського району північно-західної частини Чорного моря формуються внаслідок надходження полютантів зі стоком річок Дністра, Південного Бугу, Дніпра та скиду забруднених каналізаційних та зливових стоків від берегових джерел. Ефективність очистки господарсько-побутових стоків, що надходять на станції «Північна» та Південна становили 82–95% по органічній речовині (перманганатная окислюваність, БСК), 72–86% по амонійному азоту, 53–67% по фосфатам, 97% по колі-індексу.

Встановлено, що після очистки стічних вод на очисних спорудах «Північна» спостерігається підвищений вміст ХПК (5 ГДК), азоту амонійного (3 ГДК), азоту нітритного (2,5 ГДК), фосфатів (1,5 ГДК), бактеріальне забруднення. Для очищених стічних вод станції «Південна» встановлена тенденція до збільшення перманганатної окислюваності (7 ГДК), концентрації азоту амонійного (4 ГДК), фосфатів (2,5 ГДК).

EVALUATION OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF MARINE ECOSYSTEMS (EXEMPLIFIED BY THE GULF OF ODESSA)

Skok S. V. *– Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,*
Kherson State Agrarian and Economic University,
skok_sv@ukr.net

Intensive anthropogenic impact on marine ecosystems has caused deterioration of their qualitative state, a reduction in bio-resource and recreation potentials. Since it is impossible to restore the degraded marine environment to entirely natural state, one of the main priorities in conserving them is to perform efficient anthropogenic activities, protect marine and coastal ecosystems from anthropogenic pollution and solve problems of ocean acidification. The main aim of the research was to perform evaluation of the ecological condition of the marine ecosystem of the Gulf of Odessa by the sources of anthropogenic impact. The research methods were based on comparison, systems analysis, theoretical generalization, regularities of spatio-temporal changes in characteristics of marine ecosystems, hydrological-geographical generalizations with regard to the sources of impact on the ecological condition of Odessa coastline.

The coastal part of the Black Sea in the area of sea and river ports, river mouth zones and settlement zones using coastal sea water for recreation and fishery purposes appeared to be unstable and susceptible to negative anthropogenic pressing. It was found that sewage has the most intensive man-made impact on the marine environment. Over the past twenty years the volume of waste water entering water treatment plants has decreased by 60%. Effectiveness of treatment of industrial and household runoff at the water treatment plants «Pivnichna» and «Pivdenna» was 82–95% by organic matter (permanganate acidification, BOD), 72–86% by ammoniacal nitrogen, 53–67% by phosphates, 97% – by coliform-index. It was established that after wastewater treatment, at the water treatment plant «Pivnichna» there was excessive content of COD (5 TLV), ammoniacal nitrogen (3 TLV), nitrite nitrogen (2.5 TLV), phosphates (1.5 TLV). The wastewater of the water treatment plant «Pivdenna» showed a tendency for an increase in permanganate acidification (7 TLV), ammoniacal nitrogen concentration (4 TLV), phosphates (2.5 TLV), availability of pathogenic microorganisms. The problem of the marine environmental pollution is worsened by phosphates systematically entering surface waters. The available traditional methods for waste water treatment removing phosphates require expenditures of large amounts of energy resources and chemical reagents. Therefore, under conditions of financial inability to update waste water treatment plants and apply innovative technologies for purification, the legislation recommends limiting the use of substances containing phosphorus in households and industry.

Keywords: marine ecosystem, waste water, treatment methods, pollutants, sources of anthropogenic impact, effectiveness of waste water treatment.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pichura V., Potravka L., Skok S., Vdovenko N. (2020). Causal regularities of effect of urban systems on condition of hydro ecosystem of Dnieper river. *Indian Journal of Ecology,* 47(2).

2. Пічура В. І., Потравка Л. О. Методологія просторово-часової оцінки стану екосистеми басейнів річок і організації раціонального природокористування. *Водні біоресурси та аквакультура.* 2019. № 2. С. 144–174.
3. Скок С. В. Вплив зливових та каналізаційних стічних вод на якість річки Дніпро в зоні дії Херсонської урбосистеми. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 122–129.
4. Деньга Ю. М., Михайленко В. І., Олейнік Ю. В., Сафранов Т. А. Особливості забруднення деякими стійкими органічними полютантами морського середовища північно-західної частини Чорного моря. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна*. Серія Екологія. 2020. Вип. 23. С. 8–20.
5. Єремеев В. М., Совга О. Є. Забруднюючі речовини у водах морів і океанів. Їх природа і джерела, шляхи надходження і трансформація. Основи морезнавства. Ч. 2. Хімія океану. 2012. Київ-Севастополь. С. 150–207.
6. Гриб О. М. Антропогенний вплив на водні екосистеми: конспект лекцій. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2018. 194 с.
7. Шемшученко Ю. С. Охрана морской среды. Юридическая энциклопедия: в 6 т. Київ : Укр. енцикл, 2002. С. 104.
8. Ярова А. О. Міжнародно-правовий захист щодо механізму запобігання забрудненню морського середовища. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія «Право»*. 2016. Вип. 39 (2). С. 150–155.
9. Височанська Ю. В. Проблеми очисних споруд та їх вплив на водне середовище. Екологія міст та рекреаційних зон. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Одеса: Інноваційно-інформаційний центр «ІНВАЦ», 2009. С. 236–237.
10. Михайлов В. І., Пятакова В. Ф., Монюшко М. М. Вплив забруднюючих речовин, які надходять зі стоком Дунаю в екосистему північно-західної частини Чорного моря. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2008. Вип. 5. С. 85–91.
11. Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря. С. О. Довгий та ін. Київ: Інформаційні технології, 2010. 260 с.
12. Левковська В. Ю. Гігієнічна оцінка морського середовища в районі Одеської затоки. *Таврический медико-биологический вестник*. 2013. Том 16, № 4(64). С. 99–102.
13. Внукова Н. В. Якість морських вод прибережної зони Північно-західної частини Чорного моря. *Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожногоуниверситета*. 2015. № 70. С. 55–60.
14. Орлова І. Г., Павленко М. Ю., Український В. В. Гідрологічні та гідрохімічні показники стану північно-західного шельфу Чорного моря: довідковий посібник. Київ : КНТ, 2008. 616 с.

15. Монюшко М. М. Оцінка якості вод за гідрохімічними показниками для акваторії північно-західного шельфу Чорного моря. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2015. Т. 3 (38). С. 70–77.

REFERENCES

1. Pichura V., Potravka L., Skok S., Vdovenko N. (2020). Causal regularities of effect of urban systems on condition of hydro ecosystem of Dnieper river. *Indian Journal of Ecology*, no. 47(2), 273–280.
2. Pichura V. I., Potravka L. O. (2019). *Metodologija prostorovo-chasovoi' ocinky stanu ekosystemy basejniv richok i organizacii' racional'nogo pryrodokorystuvannja* [Methodology of spatial-temporal assessment of the state of the river basin ecosystem and the organization of rational nature management]. *Vodni bioresursy ta akvakul'tura*, Vol. 2, 144–174. [in Ukrainian].
3. Skok S. V. (2020). *Vplyv zlyvovykh ta kanalizatsiinykh stichnykh vod na yakist richky Dnipro v zoni dii Khersonskoi urbosystemy* [The influence of stormwater and sewage wastewater on the quality of the Dnipro River in the Kherson urban system]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, no. 2, 122–129. [in Ukrainian].
4. Yu. M. Denha et al. (2020). *Osoblyvosti zabrudnennia deiakymy stiikymy orhanichnymy poliutantamy morskoho seredovyshcha pivnichno-zakhidnoi chastyny Chornoho moria* [Features of pollution by some persistent organic pollutants of the marine environment of the northwestern part of the Black Sea]. *Visnyk KhNU imeni V.N. Karazina. Seriia Ekolohiia*, Vol. 23, 8–20. [in Ukrainian].
5. Yeremeev V. M., Sovha O. Ye. (2012). *Zabrudniuiuchi rechovyny u vodakh moriv i okeaniv. Yikh pryroda i dzherela, shliakhy nadkhodzhennia i transformatsiia* [Pollutants in the waters of seas and oceans. Their nature and sources, ways of arrival and transformation]. *Osnovy moreznavstva. P. 2. Khimiia okean* [Basics of marine science. Part 2. Ocean chemistry]. Kyiv-Sevastopol. pp. 150–207. [in Ukrainian].
6. Hryb O. M. (2018). *Antropohennyi vplyv na vodni ekosystemy: konspekt lektsii* [Anthropogenic impact on aquatic ecosystems: lecture notes]. Odesa : Odeskyi derzhavnyi ekolohichnyi universtet. [in Ukrainian].
7. Shemshuchenko Yu. S. (2002). *Okhrana morskoy sredy. Yuridicheskaya entsiklopediya* [Protection of the marine environment. Legal encyclopedia]. Kyiv: Ukr. entsykl. [in Russian].
8. Yarova A. O. (2016). *Mizhnarodno-pravovyi zakhyst shchodo mekhanizmu zapobihannia zabrudnenniu morskoho seredovyshcha* [International legal protection regarding the mechanism of prevention of pollution of the marine environment]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu*, Vol. 39 (2), 150–155. [in Ukrainian].

9. Vysochanska Yu. V. (2009). *Problemy ochysnykh sporud ta yikh vplyv na vodne seredovyshche* [Problems of sewage treatment plants and their impact on the water environment]. *Ekolohiia mist ta rekreatsiinykh zon*. Odesa: Innovatsiino- informatsiinyi tsentr INVAT. pp. 236–237. [in Ukrainian].
10. Mykhailov V. I., Piatakova V. F., Moniushko M. M. (2008). *Vplyv zabrudniuiuchykh rechovyn, yaki nadkhodiat zi stokom Dunaiu v ekosystemu pivnichno-zakhidnoi chastyny Chornoho moria* [The influence of pollutants entering the Danube's outflow into the ecosystem of the northwestern part of the Black Sea]. *Visnyk Odeskoho derzhavnoho ekolohichnoho universytetu*, Vol. 5, 85–91. [in Ukrainian].
11. Dovhyi S. O. (2010). *Suchasni informatsiini tekhnolohii ekolohichnoho monitorynhu Chornoho moria* [Modern information technologies of environmental monitoring of the Black Sea]. Kyiv: Informatsiini tekhnolohii. [in Ukrainian].
12. Levkovska V. Yu. (2013). *Hihiienichna otsinka morskoho seredovyshcha v raioni Odeskoi zatoky* [Hygienic assessment of the marine environment in the Odesa Bay area]. *Tavricheskiy mediko-biologicheskiy vestnik*, vol. 16, no. 4(64), 99–102. [in Ukrainian].
13. Vnukova N. V. (2015). *Yakist morskykh vod pryberezhnoi zony Pivnichno-zakhidnoi chastyny Chornoho moria* [The quality of sea waters of the coastal zone of the North-Western part of the Black Sea]. *Vestnik Khar'kovskogo natsional'nogo avtomobil'no-dorozhnogouniversiteta*, no. 70, 55–60. [in Ukrainian].
14. Orlova I. H., Pavlenko M. Yu., Ukrainskyi V. V. (2008). *Hidrolohichni ta hidrokhimichni pokaznyky stanu pivnichno-zakhidnoho shelfu Chornoho moria* [Hydrological and hydrochemical indicators of the state of the northwestern shelf of the Black Sea]. Kyiv: KNT. [in Ukrainian].
15. Moniushko M. M. (2015). *Otsinka yakosti vod za hidrokhimichnymy pokaznykamy dlia akvatorii pivnichno-zakhidnoho shelfu Chornoho moria* [Assessment of water quality by hydrochemical indicators for the water area of the northwestern shelf of the Black Sea]. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia,* Vol. 3 (38), 70–77. [in Ukrainian].

UDC 639.2
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.14

ANALYSIS OF FAO DATA ON THE GLOBAL FISHERIES AND AQUACULTURE PRODUCTION VOLUME

Lichna A. I. *– Assistant,*
Bezyk K. I. *– Senior Lecturer,*
Kudelina O. Yu. *– Senior Lecturer,*
Odesa State Environmental University,
lichnaya.nastya.95@gmail.com, ksenijabezyk@gmail.com, ol.ryd63@gmail.com

Fish farming, a branch of the national economy, engaged in fish breeding, increasing and improving the quality of fish stocks in the reservoirs, replenishing the fish resources. In order to maintain and to increase the stocks of valuable commercial fish in the world, extensive measures are taken in the artificial fish breeding, improving the conditions of natural fish reproduction, as well as developing lake and pond fisheries for cultivatingthecommercial fish. Much work is being carried out on acclimatizing the valuable commercial fish species and other fishing objects, aimed at expanding the fish species composition and increasing fish stocks.

Industrial fishing isan extractive branch of the fishing industry, which uses the natural raw resources of the world oceans, seas, lakes, rivers, reservoirs: various types of fish, marine mammals, molluscs, crustaceans, aquatic vegetation. Fishing can be considered as one of the types of nature management, which consists in extracting fish and other seafood (fish, invertebrates, algae, etc.).

To ensure food security and to guarantee the regular access of the world population to high-quality food products, the leading specialized agency (FAO) was created.It deals with developing rural regions and the agricultural production in the UN system.

The purpose of the work was to clarify the state of fishing and extracting aquatic living resources in the waters of the World Ocean, starting from 2010. Based on FAO data, an assessment of the state of extracting aquatic biological resources in the World Ocean for the period from 2010 to 2019 was carried out.

The state of extracting aquatic biological resources in general, in the sea waters and in the internal water bodies in the period from 2010 to 2019; the amount of extracted fish and fish products, and the analysis of consuming aquatic biological resources were studied.

It is defined that, according to the analysis of the FAO statistical data, extracting fish and aquatic biological resources in the World Ocean showed that more intensive fishing is carried out in the marine waters, and fishing in the inland waters is gaining momentum.

Global fisheries play an important role in ensuring economic and food security. In this regard, it is important to know and to understand the state and the trends in developing the world fisheries for effective managing and regulating the conditions of

the increased competition between the countries engaged in the field of fishing and aquaculture activities.

Keywords: world fisheries, aquaculture, catch volumes, consumption, aquatic biological resources, fish farming.

Introduction. The world fish industry in modern economic conditions is the strategic importance component, ensuring food security, socio-economic developing and populating the attracted territories, the employment of the population, the poverty reduction, the development of the World Ocean territories and resources. It is one of the main directions of developing the world civilization. These direction activities in most countries are aimed at increasing the competition in the field of fisheries and aquaculture. In this regard, it is important to know and to take into account the state and the international development of the international fisheries for effective managing the state fishing industry [1].

FAO, an institution dealing with the development of rural regions and the agricultural production in the UN system, is the leading specialized food and agricultural organization. The purpose of FAO activities is primarily to ensure food security and to guarantee the regular access of the world population to high-quality food products.

FAO acts as a neutral forum as well as a source of knowledge and information. The organization helps developing countries and the countries in the transition to modernize and to improve agriculture, forestry and fisheries. In addition, FAO serves as a source of information and assists developing countries to improve their agricultural, forestry and fisheries practices, strives to ensure the healthy nutrition and food security for everybody, and provides the information and the tools to support the policy measures analysis and to assess the impact of military operations on food security and the agricultural products world market [2].

The purpose of the work was to find out the state of global fishing and extracting aquatic biological resources for the period of 2010–2019.

To achieve the goal, the following tasks were set:

1) to analyze the state of extracting aquatic biological resources in general and in the inland and marine water bodies for 2010–2019;

2) to determine the amount of fish caught in the World Ocean, and to analyze the state of world fisheries;

3) to investigate the consumption of fish and fish products in the world, according to changes in the population.

Research material and methods. Based on specialized literature and according to the FAO data (2010–2019) [2–6], an assessment of the state of extracting aquatic biological resources in general in the inland and marine water bodies of the World Ocean for the period from 2010 to 2019 was carried out. Consuming fish and fish products per capita and consuming in the conditions of the growing planet population was studied.

Results and their discussion. The global volume of the world fisheries production, over the period of the study, has a slight increase and remains stable despite a number of clear changes in the fishing trends observed by countries, fishing areas and species, reaching about 180 million tons in 2019 (Fig. 1).

During the last ten years (2010–2019), the total catch in the sea waters varied in the range of 95–115 million tons, the commercial fishing total volume is about 53–77 million tons (Table 1).

Having examined fisheries and aquaculture in 2010 [3], it was found that the fish global catch was about 148 million tons (the total value of 217.5 billion US dollars). The total catch in the sea waters amounted to 95.5 million tons, commercial fishing amounted to 42.9 million tons.

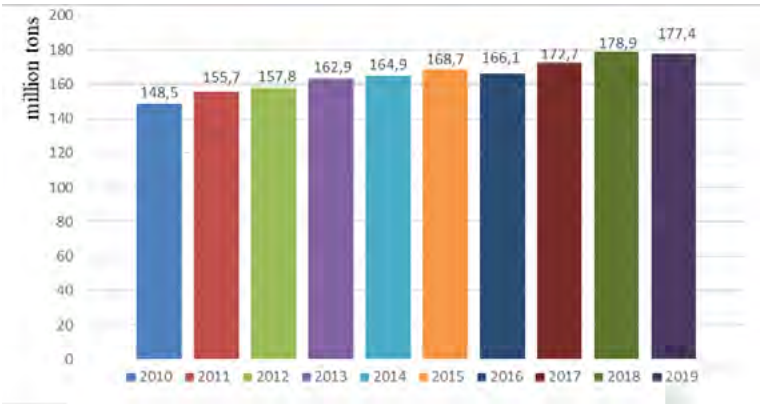


Fig. 1. **World fisheries, million tons (According to FAO data [3–7])**

In 2011, the volume of fish production increased by 4.8% compared to 2010 to 155.7 million tons, the catch from the sea waters amounted to 105.9 million tons, commercial fishing amounted to 49.8 million tons [3].

The world volume of commercial fishery products in 2012 [4] reached 157.8 million tons. The volume of commercial fishing catch amounted to 53.6 million tons, in the sea waters it amounted to 104.1 million tons. However, these figures indicate that the situation is generally stable and that global catches are growing.

In 2013, the total production of world fisheries increased to 162.9 million tons, which is 3% more than the 2012 catch. The total catch in the sea waters amounted to 106.5 million tons, commercial fishing amounted to 56.5 million tons [4].

The global total production of the world fisheries in 2014 [4] amounted to 164.9 million tons, which is 1.2% more than the production volume in 2013, including the catch in the sea waters amounted to 106.7 million tons, and commercial fishing accounted for about 58.2 million tons.

Table 1. **The world production and using the fishery and aquaculture products (excluding aquatic plants), million tons** (According to FAO data [3–7])

Indexes	Years									
	2010	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Total world fisheries, including:	148,5	155,7	157,8	162,9	164,9	168,7	166,1	172,7	178,9	177,4
*fishing	88,6	93,7	91,3	92,7	91,2	92,7	89,6	93,1	96,5	92,2
*aquaculture	59,9	62,0	66,5	70,3	73,7	76,1	76,5	79,5	85,2	87,5
Including inland waters, total	52,9	49,8	53,6	56,5	58,2	60,0	59,4	61,5	63,6	77,5
*fishing	11,2	11,1	11,6	11,7	11,3	11,4	11,4	11,9	12,0	12,1
*aquaculture	41,7	38,7	42,0	44,8	46,9	48,6	48,0	49,6	51,6	53,3
Including sea waters, total	95,5	105,9	104,1	106,5	106,7	108,7	106,8	111,2	115,4	112,0
*fishing	77,4	82,6	79,7	81,0	79,9	81,2	78,3	81,2	84,5	80,1
*aquaculture	18,1	23,3	24,4	25,5	26,8	27,5	28,5	30,0	30,9	31,9
Human consumption	128,3	131,2	136,9	141,5	144,8	148,8	148,2	152,9	156,8	158,1
Non-food consumption	20,2	24,5	20,9	21,4	20,0	20,3	17,9	19,7	22,2	19,3
Population, billion	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,3	7,5	7,5	7,6	7,7
Consumption per capita, kg	18,6	18,7	19,3	19,7	19,9	20,2	19,9	20,3	20,5	20,5

The global production in 2015 amounted to 168.7 million tons, which is 1.2% less than the production volume in 2014. Commercial fishing in 2015 amounted to 60.0 million tons, including 108.7 million tons due to marine fishing [5].

According to the FAO data in 2016 [6], the global volume of fisheries production amounted to 166.1 million tons, which is almost 2 million tons less than in 2015. Industrial fisheries in 2016 amounted to 59.4 million tons, and due to marine fisheries it was 106.8 million tons (Table 1). In 2016, a decrease in the catch volumes in relation to the results of 2015 was registered for the main countries conducting commercial fishing of the main species.

In 2017, industrial catches accounted for 61.5 million tons, while marine catches accounted for 111.7 million tons. The global catch of the products amounted to 172.7 million tons, which is 4% higher than the catch in 2016 [6].

According to the estimates, in 2018 [6] a record amount of the world fishery products was produced in the world – 178.9 million tons of fish, 115.4 million tons was sea fishing, which is 5.4% higher than the average for the previous three years, the catch in the inland waters accounted for 63.6 million tons. The total sales in the monetary terms amounted to $ 401 billion; 82 million tones, valued at $ 250 billion, of which were aquaculture products.

In 2019 [7], the volume of world fisheries products amounted to 177.4 million tons, which is 1% less than in 2018. Commercial fishing amounted to 63.6 million tons, including 112.0 million tons due to marine fisheries. The volume decrease affected both marine industrial fisheries and inland fisheries (by 3% and 22%), which is most likely due to the interruptions in fishing activities due to the COVID-19 pandemic, as well as the continued catch decline in the leading countries.

Having analyzed the FAO data on the catches in the marine and inland waters in the period 2010-2019 [3–7], there is a significant difference in the catches. The extraction of aquatic biological resources in the inland waters is less in relation to the sea waters, but since 2018 there has been an increase in the catch of the leading manufacturers of the industrial fisheries products. Vietnam, Indonesia, China, Peru, the Russian Federation and the United States of America have supplied almost 49% of these products to the world markets, and the 20 largest manufacturers – over 73% (Fig. 2).

Fishing industry includes enterprises of ocean and sea fishing, inland water bodies, fish farming (aquaculture), fish processing, agricultural enterprises, organizations for the reproduction and protection of the fish stocks, sea fishing ports, scientific and educational institutions. Fish and fish products are a valuable and often irreplaceable food product, providing human needs primarily with animal origin proteins, a wide range of vitamins, a variety of microelements and biologically active substances [7].

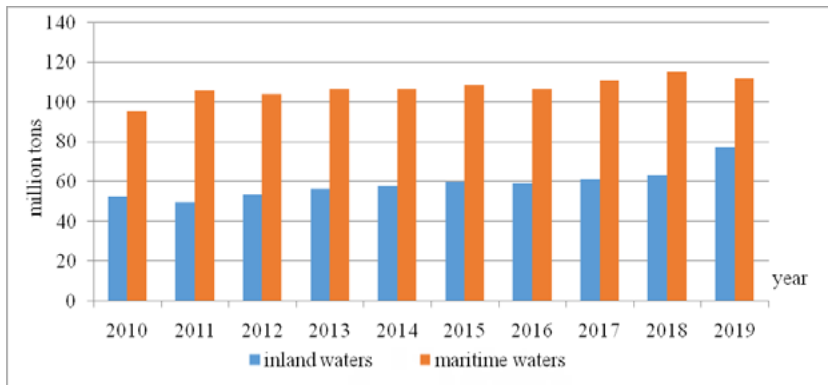


Fig. 2. **Total catches in the sea and inland waters from 2010 to 2019 FAO data** (FAO data [3–7])

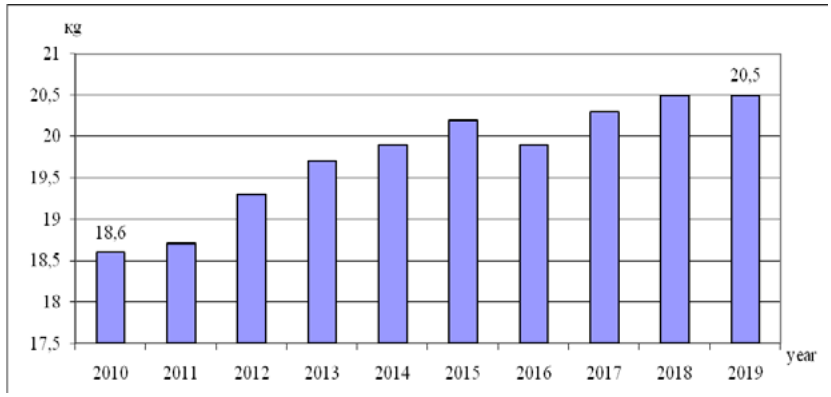


Fig. 3. **The consumption of fish and fish products per year per capita, kg** (according to FAO data [2–6])

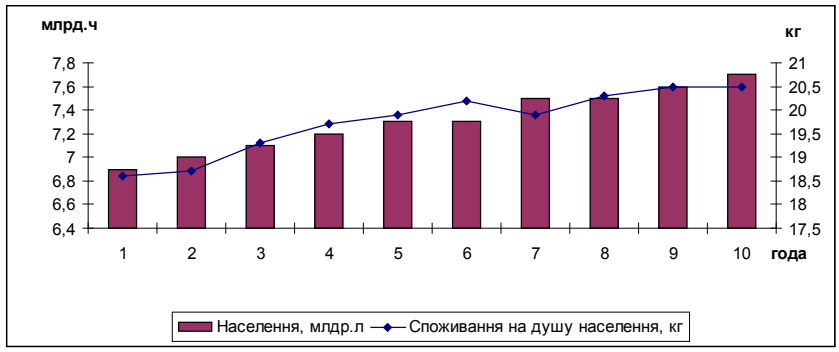


Fig. 4. **The consumption of fish and fish products in the world per capita (kg / year) in relation to the population (billion)** (FAO data [3–7])

During the recent years (2017–2019) the global consumption of fish and fish products has remained relatively stable. And comparing 2019 and 2010, there is an increase in the consumption by 19% (Fig. 3).

From 2010 to 2019, the global apparent food consumption of the aquatic bioresources grew by an average of 2.3% per year, which is almost twice the annual growth rate of the world population (1.4%) over the same period (Fig. 4). The global food fish supply per capita increased from an average of 18.6 kg (live weight equivalent) in 2010 to 20.5 kg in 2019 [7].

It should be noted that the global catch of aquatic biological resources in 2019 increased by 20%, compared to 2010, and the consumption of aquatic biological resources per capita increased by 23%.

In 2018, about 88% of the world fisheries production (156 million tons) was used for direct human consumption, while in the 1960s this figure was at the level of 67%. The remaining 12% (22 million tons) was for non-food using; 82% of this volume (18 million tons) went to the production of fishmeal and fish oil. The largest proportion (44%) of live, fresh or chilled fish continued to be used for direct consumption, followed by frozen (35%), cooked and canned fish (11%) and dried fish (10%) [8].

Fish and fish products remain among the world largest traded food commodities. In 2018, 67 million tons, or 38% of the total fish production, were sold at the international markets. After a sharp decline in 2015, the trade volume subsequently recovered in 2016, in 2017 and 2018 the annual growth rates was 7%, 9% and 5% respectively in the value terms. Overall, in the value terms the world exports rose from $ 7.8 billion in 1976 to a peak of $ 164 billion in 2018, with the growth rates of 8% in the nominal terms and 4% in the real terms (adjusted for inflation). Over the same period, the world volume of exports in the quantitative terms increased from the level of 17.3 million tons by 3% per year [8].

Conclusions. Having analyzed the FAO data for the period 2010–2019, it should be noted that the industrial catch of fish and water bioresources in the World Ocean is increasing every year.

In accordance with the data on the catch in the marine and inland waters, there is a significant difference in the catch of aquatic biological resources. The catch of fish and fish products in the inland waters is less in relation to the sea, but since 2018 there has been an increase in the catch of the leading manufacturers of the industrial fishery products. But, it is also noted that with an increase in the population growth, the catch of fish and fish products in the water bodies of the World Ocean is growing.

The catch volume in the World Ocean increased by only 19%, if we compare 2010 and 2019, but comparing the last 5 years (2015–2019), a slight decline is noted – 1%. In order to fully satisfy the population nutritional needs with fish and fish products, it is necessary to improve the regulatory documents to ensure

the appropriate and sustainable development of fisheries, a high-quality fight against illegal fishing, and the implementation of the innovative solutions in the development of aquaculture.

The analysis of the data on fish production and aquatic bioresources in the world showed that the increase in the volume of extracting fish and aquatic bioresources was mainly due to the marine waters, but fishing in the inland water bodies has a growing trend.

The situation arisen over 10 years shows that the population needs are met mainly due to increasing the catch in the internal reservoirs and the imports, as well as increasing the volume of the illegal market. Thus, in recent years, legal fishing and seafood production has been constantly decreasing, while, on the contrary, the imported fish productssupplies have been increasingin almost all countries of the world.

Therefore, the FAOstatistical data are an important reference document in which the world statistics data on fishing and aquaculture are presented in detail, and their analysis will allow solving a number of problems of the fishing sector. Solving these problems will lead to the stable development of fishing and aquaculture, and will allow to effectively manage and regulate the activities of the states carrying out their activities in the field of fishing and aquaculture.

АНАЛІЗ ДАНИХ ФАО ЗАГАЛЬНОСВІТОВОГО ОБ'ЄМУ ПРОДУКЦІЇ РИБАЛЬСТВА ТА АКВАКУЛЬТУРИ

Лічна А. І. *– асистент,*
Безик К. І. *– старший викладач,*
Куделіна О. Ю. *– старший викладач,*
Одеський державний екологічний університет,
lichnaya.nastya.95@gmail.com, ksenijabezyk@gmail.com, ol.ryd63@gmail.com

Рибництво, галузь народного господарства, що займається риборозведенням, збільшенням і поліпшенням якості рибних запасів у водоймах, заповненням рибних ресурсів. Для підтримки і збільшення запасів цінних промислових риб в світі здійснюються широкі заходи із штучного риборозведення, поліпшення умов природного відтворення риб, а також розвитку озерного та ставкового рибництва по вирощуванню товарної риби. Великі роботи проводяться по акліматизації цінних промислових видів риб та інших об'єктів промислу, спрямовані на розширення видового складу риб та збільшення рибних запасів.

Промислове рибальство, добувна галузь рибної промисловості, що використовує природні сировинні ресурси Світового океану, морів, озер, річок, водосховищ: різноманітні види риб, морські ссавці, молюски, ракоподібні, водну рослинність. Рибальство можна розглядати як один із видів природокористування, який полягає у видобутку риби та інших морепродуктів (риби, безхребетних, водоростей тощо).

Для забезпечення продовольчої безпеки і гарантування регулярного доступу населення світу до високоякісних продуктів харчування створена провідна спеціалізована установа ФАО, яка займається проблемами розвитку сільських регіонів і сільськогосподарського виробництва у системі ООН.

Мета роботи полягала у з'ясуванні стану вилову риби та добування водних живих ресурсів у водах Світового океану, починаючи з 2010 р. На основі даних ФАО проведена оцінка стану добування водних біоресурсів у Світовому океані за період з 2010 по 2019 рр.

Досліджувалися стан добування водних біоресурсів загалом, у морських водах та у внутрішніх водних об'єктах у період з 2010 р. по 2019 р.; кількість видобутої риби та рибопродуктів, та аналіз споживання водних біоресурсів.

Встановлено, що згідно аналізу статистичних даних ФАО, добування риби та водних біоресурсів у Світовому океані показав, що більш інтенсивний улов ведеться у морських водах, та вилов у внутрішніх водах набирає обертів.

Світове рибне господарство відіграє важливу роль у забезпеченні економічно-продовольчої безпеки. У зв'язку з цим важливо знати та розуміти стан та тенденції розвитку світового рибного господарства для ефективного управління та регулювання в умовах посилення суперництва між країнами, які здійснюють діяльність у галузі рибальства та аквакультури.

Ключові слова: світове рибне господарство, аквакультура, обсяги вилову, споживання, водні біоресурси, рибництво.

BIBLIOGRAPHY

1. Сытова М. В., Попова Н. В. Анализ современных статистических данных ФАО по мировому рыболовству и аквакультуре. *Сельскохозяйственный журнал*. 2014. № 7, том 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-statisticheskih-dannyh-fao-po-mirovomu-rybolovstvu-i-akvakulture/viewer
2. Україна і ФАО. Офіційний сайт Посольства країни в Італійській Республіці, в Республіці Мальта та в Республіці Сан Марино (за сумісництвом). 07 лютого 2021. URL: https://italy.mfa.gov.ua/spivrobitnictvo/ukrayina-i-fao
3. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры, 2012 год. ФАО, Рим, 2012. С. 3–11. URL: https://www.fao.org/3/i2727r/i2727r.pdf
4. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры, 2014 год. ФАО, Рим, 2014. С. 3–14. URL: https://www.fao.org/3/i3720r/i3720r.pdf
5. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры, 2016 год. Вклад в обеспечение всеобщей продовольственной безопасности и питания. ФАО, Рим, 2016. С. 1–17. URL: https://www.fao.org/3/i5555r/i5555r.pdf
6. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры, 2018 год. Достижение целей устойчивого развития. ФАО, Рим, 2018. С. 1–7. URL: https://www.fao.org/3/I9540RU/i9540ru.pdf
7. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры, 2020 год. Меры по повышению устойчивости. ФАО. 2020. Рим, ФАО. С. 2–9. URL: https://doi.org/10.4060/ca9229ru

8. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры: содействие формированию устойчивого рыболовства и аквакультуры. 2021. COFI/2020/2. URL: https://www.fao.org/3/nd718ru/nd718ru.pdf

REFERENCES

1. Sytova M. V., Popova N. V. (2014). *Analiz sovremennyh statisticheskih dannyh FAO po mirovomu rybolovstvu i akvakul'ture* [Analysis of current FAO statistics on world fisheries and aquaculture]. *Sel'skohozjajstvennyj zhurnal*, no. 7, vol. 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-statisticheskih-dannyh-fao-po-mirovomu-rybolovstvu-i-akvakulture/viewer [in Russian].
2. Ukraine and FAO. (2021). The official website of the Embassy of the country in the Republic of Italy, in the Republic of Malta and in the Republic of San Marino (part-time). The 7th of February, 2021. URL: https://italy.mfa.gov.ua/spivrobitnictvo/ukrayina-i-fao [in Ukrainian].
3. FAO. (2012). *Sostoyanie mirovogo rybolovstva i akvakultury* [The state of world fisheries and aquaculture]. Rome. pp. 3–11. URL: https://www.fao.org/3/i2727r/i2727r.pdf [in Russian].
4. FAO. (2014). *Sostoyanie mirovogo rybolovstva i akvakultury* [The state of world fisheries and aquaculture]. Rome. pp. 3–14. URL: https://www.fao.org/3/i3720r/i3720r.pdf [in Russian].
5. FAO. (2016). *Costoyanie mirovogo rybolovstva i akvakultury. Vklad v obespechenie vseobshej prodovolstvennoj bezopasnosti i pitaniya* [The state of world fisheries and aquaculture. The contribution to the provision of universal food safety and nutrition]. Rome. pp. 1–17. URL: https://www.fao.org/3/i5555r/i5555r.pdf [in Russian].
6. FAO. (2018). *Costoyanie mirovogo rybolovstva i akvakultury. Dostizhenie celej ustojchivogo razvitiya* [The state of world fisheries and aquaculture. An achieving the goals of sustainable development]. Rome. pp. 1–7. URL: https://www.fao.org/3/I9540RU/i9540ru.pdf [in Russian].
7. FAO. (2020). *Costoyanie mirovogo rybolovstva i akvakultury. Mery po povysheniyu ustojchivosti* [The state of world fisheries and aquaculture. The measures to increase sustainability]. Rome. pp. 2–9. URL: https://doi.org/10.4060/ca9229ru [in Russian].
8. *Sostoyanie mirovogo rybolovstva i akvakultury: sodejstvie formirovaniyu ustojchivogo rybolovstva i akvakultury* [The state of world fisheries and aquaculture: an assistance in the formation of sustainable fishing and aquaculture]. 2021. COFI/2020/2. URL: https://www.fao.org/3/nd718ru/nd718ru.pdf [in Russian].

УДК 599.323
DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.15

НАСЛІДКИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ПОПУЛЯЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ХРЕБЕТНИХ ТВАРИН

Семенюк С. К. *– к.б.н., доцент,*
Козичар М. В. *– к.с.-г.н., доцент,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
semenyuk_stanislav@ukr.net, mkozychar@gmail.com

Аграрії Херсонської області стурбовані тим, що в окремі роки чисельність мишовидних гризунів буває надзвичайно високою і до 10 процентів урожаю знищується на полях. Проаналізовано особливості динаміки чисельності популяцій шкідників. Визначено циклічність у динаміці чисельності мишовидних гризунів, яка представлена трирічними циклами, пов'язаними з ендогенними регулюючими факторами. Встановлено пряму популяційну кореляцію динаміки досліджуваних гризунів від середньої температури повітря та зворотну від кількості опадів. Розглянуто методи контролю чисельності гризунів. Профілактичний захист посівів від мишоподібних гризунів заснований на прогнозі фаз динаміки популяцій у кожному регіоні із сезонною завчасністю. Кожна фаза динаміки популяцій характеризується просторовою структурою, типом та щільністю поселень, інтенсивністю розмноження, темпами розвитку молодняку, комплексом морфо-фізіологічних ознак. Є три способи боротьби з гризунами. Перший спосіб – хімічний. Є багато різновидів хімічних отрут, які активно діють та вбивають шкідників. Застосовувати отруту треба дуже обережно, оскільки вона може вбивати інші види тварин. Другий спосіб – механічний. При правильній обробці ґрунту руйнуються нірки гризунів та їх кормові запаси. Пропонується самий надійний метод боротьби зі шкідниками – біологічний. У порівнянні з родентицидами, які представляють певну небезпеку для теплокровних тварин і людини, зараз популярними засобами боротьби з гризунами є біологічні препарати. Вони створені на основі штамів бактерії *Salmonella enteritidis var.*

В роки досягнення піку чисельності популяційної хвилі мишовидних гризунів тварини мігрують на сусідні території. Якщо це угіддя, безпечні для проведення сільськогосподарських робіт, постають питання боротьби з нашестям гризунів. Із трьох, описаних вище методів боротьби зі шкідниками полів, пропонується найменше застосовувати хімічні методи, а більше уваги приділяти біологічним.

Ключові слова: популяція, регуляція, чисельність, шкідники, методи.

Постановка проблеми. Час від часу перед аграріями Херсонської області постає питання: чому на полях в той чи інший рік з'являється багато мишовидних гризунів? Особливу тривогу викликав стан чисельності дрібних шкідників у 2020 році.

Журналісти з обласного телебачення «Суспільне Херсон» поспілкувалися з фермерами, обласним департаментом розвитку сільського господарства та зрошення, науковцями і 16 серпня 2020 року в ефірі вийшов досить показовий сюжет.

У департаменті стверджували, що 10% урожаю 2020 року на полях Херсонщини знищили гризуни. Відповідно було заплановано протягом вересня провести дератизацію на сільськогосподарських землях.

Журналісти розбиралися, чому збільшилася чисельність мишовидних та як борються із ними аграрії. Керівник фермерського господарства Сергій Кравець, який вирощує зернові культури, стверджував у відеосюжеті, що тогоріч на полях побачив небувалу кількість гризунів. Востаннє пам'ятав таке років 12 тому. Борються із ними механічними способами. Більша частина гризунів, які були на полі, під час обробки ґрунту була знищена. А ще фермер звернув увагу, що у боротьбі з гризунами їм дуже допомогли птахи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В межах Херсонської області на полях здебільшого зустрічаються такі види гризунів як полівка звичайна (*Microtus arvalis*), полівка гуртова або степова, або соціальна (*Microtus socialis*), миша польова (*Apodemus agrarius*), миша курганцева (*Musspicilegus*) та інші.

Полівка звичайна (*Microtus arvalis*). Шкодить різним сільськогосподарським культурам: зерновим, зернобобовим, овочевим. У ґрунті звичайні полівки риють довгі і складні нори. Їх площа, глибина і конфігурація залежать від багатьох факторів, зокрема, від типу ґрунту, рослинного покрову, сезону і віку нори. Нори представляють собою систему підземних переплетених ходів з декількома продовольчими камерами і 1–2 гніздами. Гніздова камера звичайно розташована на глибинах, які перевищують 25 см, іноді до 50 см.

Статева зрілість настає у 16–22 денному віці. Вид розмножується у теплу пору року, іноді взимку у копицях. Одна самка може дати протягом року 88 особин приплоду. Вагітність триває 19–23 дні. В одному посліді 4–8, максимально до 13 дитинчат. Прибулі тваринки можуть приймати участь у розмноженні. Це залежить від погодних умов та району місцеперебування. Для групи характерні спалахи масового розмноження зі швидким відновленням чисельності після спаду [2].

Полівка гуртова або степова, або соціальна (*Microtus socialis*). Шкодить на пасовищах, полях і городах. Є переносником небезпечних інфекційних захворювань: чуми, туляремії, лептоспірозу, спірохетозів. Пошкоджує багато сільськогосподарських культур: пшеницю, ячмінь, багаторічні трави та інші види рослин. Поїдає висіяне насіння, зелені сходи, колосся і коріння. Завдає великої шкоди лісовим полезахисним смугам, обгризаючи кору молодих саджанців [7].

Миша польова (*Apodemus agrarius)*. На відміну від полівок, у яких мордочки заокруглені а хвости коротенькі, у мишей мордочки подовжені, загострені. А у миші польової при довжині тіла 10–13 см, довжина хвоста

досягає 70% від довжини тіла. Верх тіла забарвлений в рудувато-охристий, рудувато-бурий або рудувато-коричневий кольори. По центру спинки проходить ясна і чітка чорна або коричнева смуга. Животик світлий, білястий.

Польовій миші властива висока екологічна пластичність, яка дозволяє адаптуватися до антропогенно порушеного середовища за допомогою різноманітних популяційних, в тому числі поведінкових, механізмів [1].

Миша курганцева (*Musspicilegus*). Характерною особливістю курганцевої миші є осінній збір більших запасів корму на зиму (5–10 кг колосків зернових культур, насіння злакових і інших видів бур'янів) і спорудження над ними земляних курганів близько 1 м в діаметрі та 0,5 м заввишки. Такий курганчик будує тільки одна пара мишей, яка згодом «обживає» його всією родиною. Курганчик миші будують тільки тоді, коли для них на полях достатньо їжі. Вони не тільки підбирають колоски з землі, але і підіймаються за ними на рослину [4].

Формулювання цілей. Метою дослідження є аналіз особливостей динаміки чисельності мишовидних гризунів в умовах півдня України, створення своєчасного прогнозу фаз коливання чисельності популяцій гризунів різних видів. До основних завдань можна віднести наступні: дослідження відомих способів боротьби з гризунами; аналіз наслідків антропогенного впливу на популяційні процеси хребетних тварин; пропозиції надійних методів боротьби зі шкідниками.

Матеріали та методи дослідження. Методологічною основою дослідження є загальнотеоретичні методи проведення наукових досліджень, завдяки яким стає можливим вирішення проблемних наукових задач та завдань.

Виклад основного матеріалу. Обласна влада зайнялася питаннями дератизації. Для цього розробили спеціальну інструкцію, оскільки нашестя гризунів торкнулося не тільки зернових. Страждали поля із соняшником та кукурудзою. Директор департаменту сільського господарства Олександр Паливода пропонував всім разом протягом вересня провести протруєння полів, інакше в разі розрізнених дій, миші будуть перебігати з одного поля на інше.

Ми висловили свою думку відносно чисельності мишовидних гризунів та засобів боротьби з ними спочатку у відеосюжеті обласного телебачення «Суспільне Херсон», а потім виступили по цьому питанню на III Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» до дня пам'яті доктора сільськогосподарських наук, професора Пилипенка Юрія Володимировича [6].

Багаторічний моніторинг динаміки чисельності мишовидних гризунів Чорноморського заповідника показав, що на заповідних територіях відбуваються періодичні коливання чисельності мишовидних гризунів [5].

Залежно від періоду коливань, виділяють 3 цикли: короткочасний, десятирічний та піввіковий. В динаміці чисельності зимових видів помітна циклічність відсутня. Зіставлення наявних метеорологічних даних (з 1936 р.) з даними динаміки чисельності дрібних ссавців (1977–2001 рр.) показало, що у динаміці погодних чинників є циклічність, аналогічна десятилітнім та півстолітнім циклам коливань чисельності дрібних ссавців. Приблизно з десятирічною циклічністю відбуваються зміни річної кількості опадів, тривалості морозного періоду. Через кожні 40–50 років у нашому регіоні спостерігаються багаторічні посухи, які закінчуються бурхливим компенсаційним періодом.

Іншими авторами достовірно визначено циклічність у динаміці чисельності мишовидних гризунів, яка представлена трирічними циклами, пов'язаними з ендогенними регулюючими факторами. Встановлено пряму популяційну кореляцію динаміки досліджуваних гризунів від середньої температури повітря та зворотну від кількості опадів. Кліматичні зміни при цьому служать зовнішніми ритмоводіями, циклічність яких має відносну сталість, що надає стійкості ендогенним згасаючим популяційним циклам гризунів [3].

Крім того, особливість популяційної організації мишовидних гризунів полягає в тому, що коливання їх чисельності підлаштовується до одних і тих же життєво важливих зовнішніх синхронізаторів через значну еколого-фізіологічну близькість видів. У зв'язку з чим значення фаз, періодів і потужностей циклів динаміки чисельності цих гризунів розділені в часі.

Дуже важливо скласти своєчасно прогноз фаз динаміки популяції мишоподібних гризунів та небезпеки втрат урожаю. Профілактичний захист посівів від мишоподібних гризунів заснований на прогнозі фаз динаміки популяцій у кожному регіоні із сезонною завчасністю. Кожна фаза динаміки популяцій характеризується просторовою структурою, типом та щільністю поселень, інтенсивністю розмноження, темпами розвитку молодняку, комплексом морфо-фізіологічних ознак.

Складаючи восени прогноз, насамперед встановлюють сформовану фазу динаміки популяцій, потім зіставляють її зі станом популяцій навесні цього року і восени минулого року, а також аналізують агрокліматичну обстановку протягом минулих та поточних сезонів року. Наприклад, якщо порівняно з весною минулого року спостерігається наростання чисельності гризунів, а екологічна ситуація восени поточного року сприятлива для їх розмноження, то наступного року така тенденція збережеться. Однак при цьому треба враховувати, що фактичний стан популяції може змінюватися внаслідок впливу умов перезимівлі та ранньої весни. Тому навесні прогноз, складений восени, необхідно уточнити. Зазвичай використовують таку схему прогнозування:

– Восени минулого року – фаза депресії, восени цього року – депресія; прогноз на наступний рік – вихід із депресії, якщо зимівля та рання весна будуть сприятливими для популяції.

– Восени минулого року – фаза депресії, восени цього року – вихід із депресії; прогноз на наступний рік – фаза розселення, якщо зима та весна будуть оптимальними. При екстремальних умовах перезимівлі та ранньої весни може знову настати фаза депресії (уточнюється навесні).

– Восени минулого року відзначалася фаза виходу з депресії, восени цього року – фаза розселення; на наступний рік прогнозують масове розмноження, якщо це зона стійкої шкідливості. За несприятливих умов зими та ранньої весни може зберегтися фаза розселення.

У зонах помірної та слабкої шкоди зимові періоди та рання весна практично щороку обмежують розмноження гризунів. Пік, а потім спад чисельності, настає після масового розмноження внаслідок посухи літнього періоду, несприятливої зимівлі та інших екстремальних умов [9].

Аграріїв хвилює питання, як протистояти проти навали маленьких шкідників. Є три способи боротьби з гризунами. Перший спосіб – хімічний. Є багато різновидів хімічних отрут, які активно діють та вбивають шкідників. Проте використовувати отруту треба дуже обережно, оскільки вона може вбивати інші види тварин.

Другий спосіб – механічний. При правильній обробці ґрунту руйнуються нірки гризунів та їх кормові запаси. Як приклад можна привести вище згадуваного керівника фермерського господарства Сергія Кравця.

На нашу думку самий надійний метод боротьби зі шкідниками – біологічний. У порівнянні з родентицидами, які представляють певну небезпеку для теплокровних тварин і людини, зараз популярними засобами боротьби з гризунами є біологічні препарати. Вони створені на основі штамів бактерії *Salmonella enteritidis var. Issatschenko* (названа на честь російського мікробіолога Бориса Ісаченко (1871–1948), який виділив цю бактерію з трупів щурів і надав її опис). Ці бактерії викликають у мишоподібних небезпечне захворювання – черевний мишачий тиф. Найвідоміші бактеріальні препарати – Бактороденцид, Бактороденцид. Бактороденцид можна розсівати по полю з літака, дельтаплана, сівалки, машинами для внесення мінеральних добрив, розкидати вручну тощо.

Не дивлячись на наші пропозиції відносно використання біологічного способу боротьби з нашестям гризунів, в Херсонській області почали фіксувати випадки трагічної загибелі диких тварин у природі. 24 лютого 2021 року на Херсонщині з'ясовують обставини загибелі близько 200 птахів у біосферному заповіднику «Асканія-Нова». Масову загибель птахів, серед них – червонокнижних, зафіксували у вівторок 23 лютого. Про це повідомили у Міністерстві захисту довкілля та природних ресурсів Укра-

їни. Зокрема, на території заповідника знайшли загиблих 47 червонокнижних огорів та 62 крякви. У дендропарку загинули: канюк, або зимняк – 3 особини, граки – 75 та галки – 42. Про масову загибель птахів повідомив директор заповідника Віктор Гавриленко.

Ймовірною причиною загибелі птахів називають отруєння речовиною із вмістом «Бродіфакуму», що застосовують аграрії під час обробки довколишніх фермерських господарств. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України звернулося до Національної поліції України та доручило Державній екологічній інспекції України вжити заходів щодо з'ясування причин загибелі птахів. Такі випадки вже були в січні 2021 року в «Асканії-Нова». Так, за тиждень загинуло 218 «червонокнижних» сірих журавлів. Однією з версій слідчих є те, що журавлі могли харчуватися зерном, обробленим хімікатами, яке посіяно фермерами на полях для боротьби з гризунами. Як зазначалося, територія, де вони могли б знайти отруту, дуже масштабна. Журавель щодня пролітає кілька десятків кілометрів, кажуть орнітологи.

На п'ятій Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» [8] нами були затронуті питання щодо проблеми функціонування лісомисливського господарства окупованої частини Херсонської області. Наразі відомо, що великі площі лісів та сільськогосподарських угідь усіяні мінами та іншими боєприпасами та шкідливими речами. Людська діяльність на цих небезпечних територіях тепер довгий час буде обмежена. Вплив людини на тваринний світ буде мінімізований.

Висновок. У питаннях боротьби з нашестям гризунів виявлено випадки загибелі птахів внаслідок отруєння зерном, обробленим хімікатами. При хімічному аналізі виявлено речовину із вмістом «Бродіфакуму», що застосовують аграрії під час обробки довколишніх фермерських господарств. На відміну від хімічних методів протистояння, що представляють певну небезпеку для теплокровних тварин і людини, зараз популярними засобами боротьби з гризунами є біологічні препарати. Відомі бактеріальні препарати Бактороденцид та Бактороденцид, що створені на основі штамів бактерії *Salmonella enteritidis var. Issatschenko* викликають у мишоподібних небезпечне захворювання – черевний мишачий тиф. При цьому препарати безпечні для теплокровних тварин. Окрім біологічного методу боротьби з гризунами дієвим є ще один – механічний. Під час обробки полів руйнуються нірки гризунів та їх кормові запаси. Чисельність популяцій шкідників відчутно знижується.

THE CONSEQUENCES OF ANTHROPOGENIC INFLUENCE ON THE POPULATION PROCESSES OF VERTEBRATE ANIMALS

Semeniuk S. K. *– PhD of Biology, Associate Professor,*
Kozychar M. V. – *PhD (Agriculture), Associate Professor,*
Kherson State Agrarian and Economic University,
semenyuk_stanislav@ukr.net, mkozychar@gmail.com

Farmers of the Kherson region are concerned that in some years the number of mouse-like rodents is extremely high and up to 10 percent of the crop is destroyed in the fields. The peculiarities of the dynamics of pest populations were analyzed. Cyclicity in the dynamics of the population of mouse-like rodents is determined, which is represented by three-year cycles associated with endogenous regulatory factors. A direct population correlation of the dynamics of the studied rodents with the average air temperature and an inverse correlation with the amount of precipitation was established. Methods of controlling the number of rodents are considered. Prophylactic protection of crops from mouse-like rodents is based on the forecast of phases of population dynamics in each region with seasonal advance. Each phase of population dynamics is characterized by a spatial structure, the type and density of settlements, the intensity of reproduction, rates of development of young, and a complex of morphophysiological features. There are three ways to deal with rodents. The first method is chemical. There are many types of chemical poisons that actively work and kill pests. The poison must be used very carefully, asit can kill other species of animals.

The second method is mechanical. If the soil is properly cultivated, the nests of rodents and their food reserves are destroyed. The most reliable method of pest control is offered – biological. Compared to rodenticides, which pose a certain danger to warm-blooded animals and humans, now popular means of rodent control are biological preparations. They are created on the basis of strains of the bacterium *Salmonella enteritidis var.*

In the years when the peak of the population wave of mouse-like rodents is reached, the animals migrate to neigh boring territories. If the seareas are safe for agricultural work, the issue of rodent control arises. Of the three methods of combating field pests described above, it is suggested to use chemical methods the least, and to pay more attention to biological ones.

Keywords: population, regulation, abundance, pests, methods.

ЛІТЕРАТУРА

1. Агулова Л. П., Сучкова Н. Г. Поведенческие особенности полевой мыши (*Apodemus agrarius*) из двух городских популяций. *Зоологический журнал*. 2008. Т. 87, № 2. С. 231–238.
2. Громов И. М., Ербаева М. А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны. СПб, 1995. 522 с.
3. Климова А. С., Сиротина М. В. Сравнительная характеристика популяционной организации *Myodesglareolus Schreber и Apodemus alensis*

Pallas на территории государственного природного заповедника «Кологривский лес» имени М. Г. Синицына. *Самарский научный вестник*. 2022. Т. 11. № 3. С. 69–78.
4. Кондратенко А. В. Курганчиковая мышь (*Musspicilegus mammalia*) в восточных регионах Украины. *Вестник зоологии*. 1998. № 32(5–6). С. 133–136.
5. Селюнина З. В. Многолетний мониторинг динамики численности мышевидных грызунов Черноморского заповедника. *Vestnik zoologii.* 2003. 37(2): 23–30.
6. Семенюк С. К., Козичар М. В. Стан мишовидних гризунів на території Херсонської області: матеріали ІІІ-ої Міжнародної науково-практичної конференції *«Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» до дня пам'яті доктора сільськогосподарських наук, професора Пилипенка Юрія Володимировича*, (22–23 жовтня 2020, Херсон). 2020. С. 563–566.
7. Рыльников В. А. Управление численностью проблемных биологических видов: Учебное пособие, в 3-х томах. Т. 3. Дератизация. М.: Институт пест-менеджмента. 2011. 220 с.
8. Шейгас І. М., Семенюк С. К. Щодо проблематики функціонування лісомисливського господарства окупованої частини Херсонської області : матеріали П'ятої Міжнародної науково-практичної конференції *«Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку»*, (27–28 жовтня 2022, Херсон – Кропивницький). Одеса: «Олді+», 2022. С. 247–249.
9. Яковлев А. А., Бабич Н. В. Исследования ВИЗР по защите растений от грызунов. *Вестник защиты растений*, 2019. № 3(101). С. 63–65.

REFERENCES

1. Agulova L. P., Suchkova N. G. (2008). *Povedencheskie osobennosti polevoj myshi (Apodemus agrarius) iz dvuh gorodskih populjacij* [Behavioral features of the field mouse (*Apodemus agrarius*) from two urban populations]. *Zoological journal*, Vol. 87, no. 2, 231–238. [in Russian].
2. Gromov I. M., Erbaeva M. A. (1995). *Mlekopitajushhie fauny Rossii i sopredel'nyh territorij. Zajceobraznye i gryzuny* [Mammals of the fauna of Russia and adjacent territories. Lagomorphs and rodents]. Saint Petersburg. [in Russian].
3. Klimova A. S., Sirotina M. V. (2022). *Sravnitel'naja harakteristika populjacionnoj organizacii Myodesglareolus Schreber i Apodemus alensis Pallas na territorii gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika «Kologrivskij les» imeni M. G. Sinicyna* [Comparative characteristics of the population

organization of Myodesglareolus Schreber and Apodemusuralensis Pallas in the territory of the State Nature Reserve "Kologrivsky Les" named after M. G. Sinitsyn]. *Samara Scientific Bulletin*, Vol. 11, no. 3, 69–78. [in Russian].

4. Kondratenko A. V. (1998). *Kurganchikovaja mysh' (Musspicilegus mammalia) v vostochnyh regionah Ukrainy* [Kurgan mouse (*Musspicilegus mammalia*) in the eastern regions of Ukraine]. *Bulletin of Zoology*, no. 32(5–6), 133–136. [in Russian].
5. Seljunina Z. V. (2003). *Mnogoletnij monitoring dinamiki chislennosti myshevidnyh gryzunov Chernomorskogo zapovednika* [Long-term monitoring of the dynamics of the number of mouse-like rodents in the Black Sea Reserve]. *Vestnik zoologii,* no. 37(2), 23–30. [in Russian].
6. Semenjuk S. K., Kozychar M. V. (2020). *Stan myshovydnyh gryzuniv na terytorii' Hersons'koi' oblasti* [The state of mouse-like rodents in the territory of the Kherson region]. Proceedings of the *Ecological problems of the environment and rational nature management in the context of sustainable development* : The III International scientific and practical conference (the 22–23d of October, 2020, Kherson). Kherson. pp. 563–566. [in Ukrainian].
7. Ryl'nikov V. A. (2011). *Upravlenie chislennost'ju problemnyh biologicheskih vidov. Deratizacija* [Management of problem species. Deratization]. Textbook. Vol. 3. Moscow : Institut pest-menedzhmenta. [in Russian].
8. Shejgas I. M., Semenjuk S. K. (2022). *Shhodo problematyky funkcionuvannja lisomyslyvs'kogo gospodarstva okupovanoi' chastyny Hersons'koi' oblasti* [Concerning the problems of the functioning of the forest and hunting economy in the occupied part of the Kherson region]. Proceedings of the *Ecological problems of the environment and rational nature management in the context of sustainable development* : The V The International scientific and practical conference (the 27–28th of October, 2022, Kherson). Kherson-Kropyvnytskyi. Odesa : «Oldi+». pp. 247–249. [in Ukrainian].
9. Jakovlev A. A., Babich N. V. (2019). *Issledovanija VIZR po zashhite rastenij ot gryzunov* [VIZR research on plant protection against rodents]. *Herald of plant protection*, no. 3(101), 63–65. [in Russian].

DOI https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.16

IN MEMORY OF GALINA KURKUBET,

Doctor of Biological Sciences
(March 8, 1960 – February 28, 2022)

A year ago, an extremely talented, highly professional, incredibly charming, sociable and always smiling woman – scientist, doctor of biological sciences Galina Kurkubet, passed away unexpectedly early.

It was an irreparable loss for the scientific community of the Republic of Moldova and the international scientific community.

Today her colleagues, friends, relatives want to remember Galyna and pay tribute to her memory.

Her organizational talent, conviction in the correctness of the chosen direction allowed her to solve various issues and find solutions to any problems. She united under her leadership excellent specialists of various profiles, responsible like-minded people with original views and ideas.

After graduating from the Faculty of Biology of Chisinau State University in 1983, Galina Kurkubet worked her way from a fish nursery master and a junior researcher to the Director of the Aquatic Genetics Center *AquaGenResources*. In 1995, she brilliantly defended her doctoral thesis, received the title of Doctor of Biological Sciences and devoted herself to research and scientific activities.

Galina Kurkubet, as a specialist with extensive experience in the field of aquaculture (in particular, fish breeding, genetics and reproduction), constantly improving in cooperation with other researchers, had received 4 approved breeds of carp and 9 interracial crosses. She participated in the development of technologies, standards and norms for the exploitation of the created breeds, as well as the cultivation of fish for stocking and consumption.

Galyna Kurkubet actively contributed to strengthening the prestige and popularisation of scientific research in the industry at the state level. Due to her scientific and managerial potential, Galina was chosen as a representative of the Republic in the Network of Aquaculture Centers of Central and Eastern Europe (NACEE). She was chairman of the working group on the development of the technical regulation "Crustaceans, molluscs and other aquatic invertebrates", chairman of the working group and Consultant of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) on the development of the "Overview of the development potential of fisheries and aquaculture in Moldova".

Galyna was a member of the Assembly of the Agricultural Sciences Section and AŞM, a member of the Scientific Council of a subordinate institution, an Expert of the National Expert Council of the Academy of Sciences, a member of the Ichthyologic Council under the Ministry of Natural Resources, a supervisor of doctoral theses. In addition, she was the leader and member of research groups of dozens of projects and grants in the field of aquaculture, including International and European ones.

Galina Kurkubet's practical achievements and fundamental scientific research are reflected in 4 inventions and 4 patents, 10 copyright certificates. She is the author or co-author of more than 120 scientific papers, which have published in specialized journals or presented at national and international scientific events.

When Galina worked, she did so only to the highest standards, and when she rested, she always did so with a smile, singing and deep hospitality.

Galyna always brought balance to the team she was part of. High authority, scientific erudition, great diligence, excellent mental qualities, selflessness, friendliness and a wide range of interests – this is how Galina Kurkubet will be remembered by ichthyology experts, her colleagues, friends and family.

The poems of Galina's sister, who has been suffering from pain for two years, are published in the original language.

Любимой сестре Гале

Горит душа, огнями полыхает!
И боль стучит в сердцах:
беда, беда, беда!
Ах, если б можно было б
добежать до Рая!
И заглянуть в любимые глаза…

28.02.2022
Попова (Куркубет) Н. Х.

Как тяжело с тобою расставаться:
Боль волнами терзает душу!
Я бы хотела вновь с тобой обняться,
Я бы хотела вновь тебя послушать…
Увидеть, как сияют счастьем
Глаза, смотрящие на сына.
Чтоб ты приехала в ненастье
И пригласила сесть в машину.
Чтоб объяснила, как мне жить
И о себе все рассказала…
А ты тихонечко ушла,
Шепнув мне в трубку:
– Я устала!

28.02.2022
Попова (Куркубет) Н. Х.

СПЕШИТЕ ЖИТЬ

(сестре Галине посвящается)

Спешите жить!
И каждый миг цените!
Ведь уникален он, неповторим…
Спешите жить!
И лошадей гоните,
В пути, который должен быть одним!
Сегодня есть, а завтра, может, нету,
Звезды, что называется судьбой.
Дороги через всю планету,
Которая приводит вновь домой.
Любите торопясь, не ждите,
Что чувства будут все возвращены.
Вы просто так дарите их, дарите,
Дарите, чтобы не было войны!
Прощайте! Бескорыстно, безвозвратно.
И помните, что каждый час души,
Живущей или жившей здесь когда-то,
Оставит след.
Лишь будьте вы людьми!

05.03.2015

Попова (Куркубет) Н. Х.

В жизни она была яркой звездой,
Ей подражали планеты.
Блистала талантом, умом, красотой,
Встречали ее рассветы!
Щедро делилась трудом, добротой,
Заботой и мудрым советом,
Полет скоростной по орбите земной
Освещал людей теплым светом.
Звездным дельфином взмыв в небеса,
Раскрыв науке секреты,
Оставила память семье и друзьям,
Любовью ее согретым…

05.06.2023

Попова (Куркубет) Н. Х.

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Водные биоресурсы и аквакультура

Water bioresources and aquaculture

Науковий **журнал**

1(13)/2023

Коректура • М. Бабич
Комп'ютерна верстка • С. Калабухова

Формат 70x100/16. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний. Цифровий друк. Обл.-вид. арк. 12,52. Ум. друк. арк. 17,22.
Підписано до друку 31.03.2023. Наклад 100 прим. Замовлення № 0623/376

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.