

УДК 664.95:597.442

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.2.7>

МОДИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ТА ОТРИМАННЯ ЗЕРНИСТОЇ ІКРИ З ОВУЛЬОВАНОЇ ІКРИ СТЕРЛЯДІ

Козій М.С. – д.біол.наук, професор,
Державний вищий навчальний заклад
«Чорноморський національний університет імені Петра Могили»,
kozij67@gmail.com,

Пічура В.І. – д.с.-г.н., професор,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,

Кутищев П.С. – к.біол.наук, доцент,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
kutishev_p@ukr.net

У статті науково обґрунтована і вдосконалена технологія отримання харчової зернистої ікри з овульованої ікри стерляді при забезпеченні збереження природних біологічно активних сполук і стабільності показників якості. Харчову ікру досліджено на предмет мікробіологічної, токсикологічної і токсико-біологічної безпеки. Визначена перспектива використання даних в практиці ікряного осетрівництва.

Застосування режиму термічної обробки (78°C) овульованої ікри стерляді при скороченні загального часу технологічного процесу до 1,0 хв сприяє збереженню цілісності складових харчового продукту. Ікра стерляді з УЗВ відрізнялася від аналогічного продукту від самок з природних акваторій зниженим вмістом мінеральних речовин (на 1,2%), підвищеним вмістом сухої речовини (на 8,1%), протеїну (на 7,5%) і ліпідів (на 3,7%). Даний факт вказує на зменшення обводнення продукту і придбання їм оптимальних гастрономічних якостей.

Встановлено, що білки ікри стерляді містять повний набір незамінних амінокислот, хімічний скор яких перевищує 100%, при цьому амінокислоти, що лімітує, не виявлено. Порівняльний аналіз ікри стерляді з УЗВ і стерляді з природних умов існування показав відсутність достовірних відмінностей за амінокислотним складом білків, що демонструє біологічну цінність продукту.

Застосування режиму короткочасної високотемпературної термічної обробки дозволяє забезпечити достатню безпечність харчового продукту. Встановлено відсутність в ікрі *E. coli* і дріжджів. Зміст в ікрі стерляді Pb, Cd, As і Hg достовірно нижче гранично допустимих рівнів. Сумарне значення ГХЦГ і ізомерів знаходиться в межі 0,0027 мг/кг; ДДТ і метаболітів – 0,016 мг/кг, поліхлорованих біфенілів (ПХБ) становить 0,017 мг/кг, що відповідає нормі. Відсутність змінених форм, пригнічення росту або загибелі тетрахімен підтверджує токсикологічну безпеку готового продукту. Термін придатності ікри без консерванту складає 6 місяців при температурі зберігання мінус 2°C – мінус 4°C, що параметрально відповідає вимогам ТУ У 10.2-37758242-002:2018.

Визначено перевагу вдосконаленій технології обробки ікри-сирцю над класичним методом пастеризації. Експериментально підтверджено доцільність за-

стосування альтернативної технології з метою енергозбереження та збереження традиційних органолептичних властивостей, харчової цінності та безпеки готового продукту. На підставі результатів проведених досліджень розроблено та погоджено в установленому порядку з органами і установами Держсанепіднагляду і Держстандарту технічна документація ТУ «Технологічна інструкція з виробництва ікри зерністої осетрових риб» і «Робоча інструкція з відбору ікри». Розроблена технологія апробована при виробленні дослідних партій харчової ікри стерляді, що дозволило на підприємстві «Оазис Бісан» впровадити систему менеджменту безпеки харчових продуктів і провести сертифікаційний аудит Міжнародним сертифікаційним органом TUV SUD на предмет відповідності до Міжнародного стандарту ISO 22000: 2005. У 2019 року рішенням Європейської комісії підприємство «Оазис Бісан» отримало реєстраційний номер ЄС: a-UA-14-20-121-VIII-PP, в зв'язку з чим має право на експорт продукції (ікра осетрових риб) в країни Європейського союзу.

Ключові слова: технологія, термічна обробка, пастеризація, харчова ікра, біологічна цінність, безпека, готовий продукт.

Постановка проблеми. Розвиток ікорного напрямку в осетрівництві пред'являє певні вимоги як до технологій отримання ікри від плідників, також і її подальшої обробки [4]. Загальновідомо, що основною метою розведення осетрових спочатку було виробництво риби товарних якостей [1]. Порівняно нещодавно пріоритети були переорієнтовані у напрямі отримання ікорної продукції, оскільки остання становить близько 20% від маси риби, що відповідає 90-95% всієї вартості риби [4]. У той же час, при фіксованому скороченні на міжнародному ринку частки ікри з України (як і продукції з осетрових риб загалом), внутрішній ринок країни насичений ікрою нелегального походження. Ця обставина не дозволяє задовольнити зростаючий попит на якісну делікатесну продукцію.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ікра осетрових риб є багатим природним джерелом біологічно активних речовин, що визначають в комплексі харчову цінність продукту [17]. Спроби розробити технологію отримання харчової осетрової ікри з овульованої ікри, що дозволяє забезпечити якість кінцевого продукту, робляться протягом останніх трьох десятиліть [3, 5, 7, 14]. Окремі технології, що були розроблені у цьому напрямі, дозволили протягом тривалого терміну (12 місяців) зберегти мікробіальну безпеку [6, 16]. Однак, ікра, що отримана такими способами, мала розбірливу консистенцію при ущільненій оболонці ікринок, чим поступалася традиційною за органолептичними показниками. У зв'язку з цим застосування препаратів солей бору лише частково дозволяє вирішити проблему консистенції кінцевого продукту [6].

Однак, у ряді країн боропохідні, як консерванти, заборонені ФАО ВООЗ через свою токсичність щодо ікри осетрових риб. Очевидно, що в цьому напрямку роботи були спрямовані на вивчення ефективності

способів посолу, що мало на меті нівелювати недоліки органолептичного характеру [13]. Певною мірою, це пов'язано з появою клейкості ікри при активуванні кортикальної реакції, що згодом ускладнює обробку і надалі не дозволяє отримати класичну сухо-розсипчасту консистенцію зернистої ікри [9].

Відомий спосіб приготування харчової ікри з овульованої ікри осетрових риб, що на менш тривалий час (6 місяців) забезпечує мікробіальну нешкідливість готового продукту [15]. Разом з тим модифікований класичний метод пастеризації дозволяє лише частково зіставити фізико-хімічні та органолептичні показники отриманого та традиційного продукту. Таким чином, прийоми, використання яких дозволяє в процесі переробки ікри, що овулювала, зберегти харчову цінність продукту і забезпечити збереження його високої якості, є недостатньо функціонуючою ланкою у виробничо-технологічному циклі ікорного осетрівництва [8]. У зв'язку з невірністю низки питань, продовження досліджень у напрямі поліпшення якості харчової зернистої ікри є актуальним.

В Україні продукт «Ікра зерниста осетрових риб» виготовляють згідно з ГОСТ 7442:2002. Як показує практика, що лежить в основі обробки, процес пастеризації призводить до зниження споживчих якостей ікри, що проявляється у вигляді ущільнення оболонки ікринок, появи сухуватої консистенції, зміни смаку. Ринкова вартість товару у даному випадку не знижується. Аналіз спеціальної літератури дозволив встановити, що до теперішнього часу відсутня досить ефективна технологія виготовлення з ікри продукції, що овулювала, яка була б наближена до традиційної осетрової ікри за фізико-хімічними та органолептичними показниками, показниками безпеки та оптимальними термінами зберігання. Таким чином, метою цієї роботи є обґрунтування та розробка технології отримання харчової ікри стерилі, що забезпечує збереження природних біологічно активних сполук, стабільність показників якості та безпеку кінцевого продукту. Враховуючи той факт, що матеріали щодо роботи з ікрою дрібних видів осетрових риб та їх гібридних форм у періодичній літературі дуже нечисленні [6], доцільність проведення досліджень у цьому напрямі є очевидною.

Постановка завдання та методи дослідження. Робота виконувалася в рамках плану Науково-дослідних програм ДВНЗ «Херсонський аграрно-економічний університет» на тему: «Розробка та впровадження ресурсозберігаючої технології виробництва продукції рибництва як складової продовольчої безпеки України» (№ державної реєстрації 0119U005069).

В основу роботи лягли результати досліджень, проведених в осінній період 2021 р. Збір ікри здійснювався в умовах експериментального ВАТ «Оазіс Бісан» від трирічних самок стерилі, середньою масою 2325 гр. Риби містилися в умовах УЗВ: обсяг кожного басейну складав 10 м³, густина посадки – 23,25 кг/м³. Температура води у басейнах була 13–15 °С.

В процесі досвіду, на окремих порціях ікри-сирцю було випробувано вплив трьох режимів у температурному діапазоні 60°C, 78°C та 85°C, з експозицією 110 хв, 1,0 хв. та 1,0 хв. відповідно. Тривалість тимчасового проміжку термічної обробки ікри в режимах № 2 та № 3 встановлювали емпірично.

При органолептичній оцінці акцентували увагу на консистенцію продукту, щільність оболонки, присутність специфічних присмаків (гострого і кислого), зміна смакових властивостей [17].

Щільність ікри аналізували на реометрі FANN RHEO VADR (FUDAN Microelectronics, Китай).

Біохімічні дослідження ікри щодо амінокислотного складу здійснювали в акредитованій науковій хімічній лабораторії рибгосподарсько-екологічного факультету Херсонського ДАЕУ, згідно з нормативними методиками «Технохімічного контролю в рибообробній промисловості» [10]. З метою попередньої підготовки зразків застосовували кислотний гідроліз у 5 М розчині HCl (110°C, 24 год), з додаванням норлейцину як зразок. Для виявлення метіоніну та цистеїну попередньо підготовлені проби піддавали окисленню 50% розчином надмурашиної кислоти. Подальший аналіз виконувався за допомогою системи рідинної хроматографії Shimadzu LC-20 Prominence (Бельгія). Для розведення досліджуваного зразка застосовували готові буферні розчини виробництва Sevko&Co (Литва). Розрахунок концентрації амінокислот здійснювали згідно зі стандартним зразком («Sykam S 500 System», Німеччина).

Мікробіологічні показники, регламентовані вимогами ДП «Укр-НДНЦ» «Гігієнічні вимоги безпеки та харчової цінності харчових продуктів», визначали за нормативною документацією: кількість бактерій групи кишкових паличок (коліформних форм) – за ГОСТ 30518-97, дріжджів та цвілевих грибів – за ГОСТ 304-88. Були застосовані тест-мікроорганізми: БГКП *Esheria coli* (музейний штам ВКМ-8-125), а також дріжджі, виділені з ікри. Розрахунок рівня необхідної летальності мікроорганізмів не проводився.

Інокуляцію ікри здійснювали суспензією вищевказаних культур заданої щільності, при значенні концентрації 1×10^8 КУО на 1,0 г продукту, у триразовій повторності. Протягом процесу термічної обробки відбирали проби ікри зі склябанок через 60, 70 і 80 хвилин, потім визначали кількість клітин *E. coli* і дріжджів 1,0 г ікри.

Визначення токсичних елементів в ікрі здійснювали згідно з ГОСТ 30178-96 «Сировина та харчові продукти. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів».

Токсико-біологічна оцінка харчової ікри проводилася за загальноприйнятою методикою [12]. У 1,5–2,0 мл свіжоприготовленого

профільтрованого гомогенату ікри занурювали в культуральне середовище з *Tetrahimena*. Суміш залишали у напівтемному місці при кімнатній температурі протягом 2 діб. У досліді вивчалася реакція інфузорій на наявність фільтрату.

Терміни придатності ікри встановлювали відповідно до вимог ТУ У 10.2-37758242-002:2018.

Отримані результати обробляли методами варіаційної статистики з використанням пакета прикладних програм Microsoft Excel з акцентуванням уваги на помилки середніх величин [11].

Виклад основного матеріалу дослідження. Поряд із розробкою технології отримання харчової ікри існує необхідність вирішення завдання її знеклеювання. Для досягнення поставленої мети нами було використано метод швидкої термічної обробки, суть якого полягає у перемішуванні попередньо промитої ікри в насиченому (85%₀) гарячому тузлуку. Спираючись на існуючий позитивний виробничий досвід [9], можна сказати, що практично будь-який температурно-часовий режим обробки ікри проявляє свій вплив на міцність оболонок ікринок. Нами була здійснена спроба визначення взаємозв'язку міцності оболонки і органолептичних властивостей продукту. Отримані результати відображені у таблиці 1.

Таблиця 1. Залежність органолептичних показників ікри від міцності оболонки

Режим обробки, №	Міцність оболонки, умовні одиниці	Органолептичні показники
1	44 53 31 40 42	На дні тари помітний тузлук, що відокремився. Ікринки загалом позбавлені своєї характерної округлої форми, почасті сплюснені. Оболонки ікринок дуже слабкі. Консистенція м'яка. Споживчі характеристики посередні.
2	89 87 87 88 80	Тузлук на дні тари відсутня. Ікринки мають округлу форму. Оболонки ікринок найбільш щільні. Консистенція ікри ніжна, що відповідає ікрі традиційного посолу. Споживчі характеристики оптимальні.
3	111 113 111 115 113	Ікра має округлу форму. Оболонки ікринок надто щільні, розчавлюються із зусиллям. Консистенція продукту суха, розсипчаста. Споживчі показники незадовільні.

Примітка. У режимах № 2, 3 об'єм продукту, що обробляється, становив 1500,0 г

Із даних таблиці 1 випливає, що ікринки, що піддалися обробці в режимі № 1, відрізняються низькою міцністю своїх оболонок, неоднорідністю консистенції, що підтверджується відчутним розкидом (31–53 од.)

у показаннях приладу. Така ікра внаслідок незначного тиску втрачає свою цілісність. Досягнута в режимі № 3 міцність ікринок – 111–115 ум. од. характеризує досить щільні оболонки, що також нехарактерно для продукту традиційного посолу. Ікра, оброблена в режимі № 2, добре знеклевана і без труднощів піддається подальшій обробці (рис. 1).

Завдяки досягнутим оптимальним показникам міцності (80–89 ум. од. відповідно) зберігаються показники якості: ніжність у поєднанні з розбірливістю консистенції, достатня щільність (але не твердість) оболонки, приємний смак при вмісті солі в продукті 2,8–5,0%.

Цінність продуктів харчування характеризує мінеральний та органічний склад. Встановлено, що використання короточасного способу термічної обробки в режимі № 2 дозволило зберегти складові ікри в наближенні до рівня показників ікри стерляді з природного середовища, що розглядаються як своєрідний еталон (табл. 2).

Згідно з даними представленої таблиці, за винятком Na і P, вміст Ca, K, Mg і Fe в ікрі стерляді з УЗВ і з природного довкілля практично подібно.

Певним чином, якість білка в ікрі визначається біологічною цінністю та здатністю до засвоєння, що у свою чергу залежить від вмісту та співвідношення незамінних амінокислот.

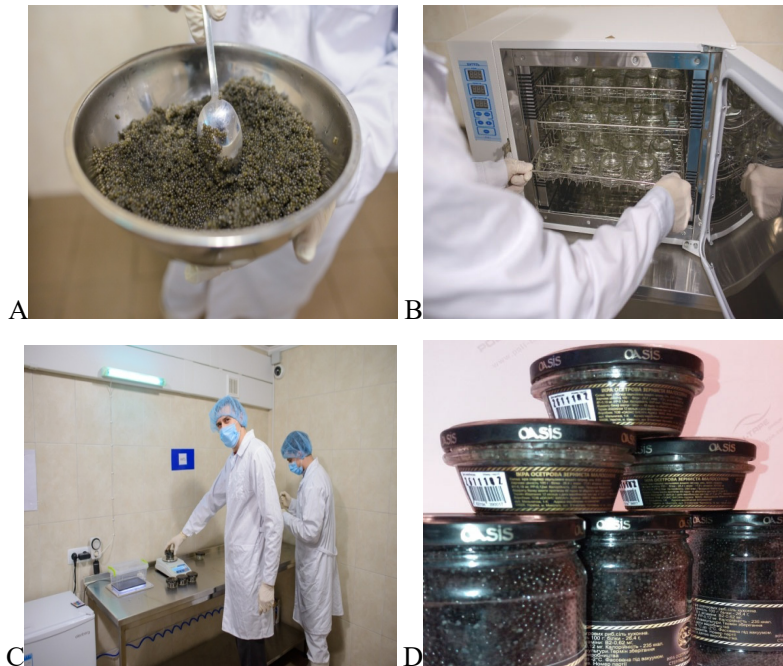


Рис. 1. Процес виробництва зернистої ікри стерляді. ВАТ «Оазис Бісан».
А–С – ікра у процесі технологічної обробки; D – готова продукція

Таблиця 2. Загальний хімічний склад ікри стерляді, % у сухій речовині

Показники	Ікра стерляді із УЗВ	Ікра стерляді із природного середовища існування
суха речовина	42,6±11,3**	52,1±10,2
протеїн	22,7±7,5*	26,8±7,1
ліпіди	12,7±4,8*	17,1±4,7
вуглеводи	2,3±0,9	2,4±0,3
минеральні речовини	3,3±0,9	4,5±1,1
зола	1,6±0,08	1,8±0,06
Елементи	Ікра стерляді із УЗВ	Ікра стерляді із природного середовища існування
Na	1511±46,3*	1630±41,7
K	76±12,3	80±13,6
Ca	53±8,5	55±7,2
Mg	35±4,4	37±5,7
P	537±21,9**	465±25,6
Fe	3,0±0,5	2,4±0,3

Примітка: *P<0,05; **P<0,01; УЗВ – власні дані; природне довкілля – «Хімічний склад харчових продуктів...» [18].

З метою визначення біологічної цінності білків ікри стерляді здійснювали підрахунок амінокислотного скоря – відношення кожної незамінної амінокислоти білка у % до вмісту цієї кислоти в ідеальному білку. Дослідження щодо визначення біологічної цінності білків були проведені на ікрі риб з УЗВ. Зіставлення отриманих даних та наявних довідкових відображені в таблиці 3.

Згідно з даними наведеної таблиці, амінокислотний склад ікри стерляді включає незамінні амінокислоти в наступних межах, г/100 г білка: треонін (4,59–4,99), цистеїн (0,53–1,04), метіонін (2,52–3,03), ізолейцин (4,16–4,53), тирозин (3,44–3,73), фенілаланін (3,99–4,03), лейцин (8,91–8,96), валін (5,12–5,15), лізин (7,64–7,82), а також замінні: аспарагінова кислота (8,80–9,21), серин (5,59–5,64), глутамінова кислота (12,96–13,16), пролін (3,79–4,33), гліцин (від 3,11–3,32), аланін (5,14–5,40), гістидин (від 1,70–2,01) та аргінін (6,19–6,28).

Кінцевими показниками, що дають право на впровадження технології у виробництво, є мікробіологічна, токсикологічна та токсико-біологічна оцінка ікри. Результати проведених мікробіологічних досліджень дозволили встановити, що *E. Coli* та дріжджі (при внесенні в ікру 1,0x10⁵ кл./г та 1,0x10³ кл./г відповідно) у підданій термообробці ікри не виявляються.

Відповідно до існуючих вимог («Обов'язковий мінімальний перелік досліджень сировини, продукції тваринного та рослинного походження») ікра осетрових риб нормується за вмістом токсикантів неорганічного

Таблиця 3. Порівняльна характеристика амінокислотного складу та хімічного швидкого білків ікри стерляді з УЗВ та природного середовища

Амінокислоти	Шкала ФАО/ВООЗ, г/100 г ідеального білка	УЗВ		Природне середовище існування	
		А	В	А	В
незамінні					
треонін	3,4	4,99	146	4,59	135
цистеїн	2,5	1,04	101	0,53	121
метіонін	-	2,52	-	3,03	-
валін	3,5	5,12	146	5,15	147
ізолейцин	2,8	4,16	148	4,53	162
тирозин	6,3	3,44	118	3,73	123
фенілаланін	-	3,99	-	4,03	-
лейцин	6,6	8,96	135	8,91	135
лізин	5,8	7,64	132	7,82	135
замінні					
аспарагінова кислота	-	8,80	-	9,21	-
серін	-	5,59	-	5,64	-
глутамінова кислота	-	12,96	-	13,16	-
пролін	-	3,79	-	4,33	-
гліцин	-	3,32	-	3,11	-
аланін	-	5,40	-	5,14	-
гістидин	-	2,01	-	1,70	-
аргінін	-	6,28	-	6,19	-

Примітка. А – вміст амінокислоти, г/100 г білка; В – хімічний швидкий (%; згідно з довідковою шкалою ФАО/ВООЗ).

походження (миш'яку, кадмію, свинцю, ртуті) та органічного походження (поліхлорованих біфенілів, ДДТ та метаболітів (ізомерів)). Отримані в результаті відповідного аналізу показники вмісту токсикантів в стерляді ікри наведені таблиці 4.

Аналіз даних таблиці дозволяє зробити висновок, що вміст в ікри стерляді Pb, Cd, As і Hg достовірно нижче гранично допустимих рівнів, що визначені як нормативні щодо ікри осетрових риб [20].

Виходячи з факту нечисленності відомостей про вміст хлорорганічних сполук в ікри осетрових риб із штучних водойм, існує об'єктивна необхідність порівняння отриманих даних із такими ікри риб із природних акваторій [2]. Щодо хлорорганічних сполук, сумарне значення ГХЦГ та ізомерів в ікре-сирці стерляді з УЗВ знаходиться в межах 0,0027 мг/кг;

Таблиця 4. Зміст токсикантів в ікри стерляді

Проба, №	Об'єкт	Токсичні елементи, мг/кг				Хлорорганічні сполуки, мг/кг		
		Pb	Cd	As	Hg	ГХЦГ та ізомери	ДДТ и метаболіти	ПХБ
1	ікра	0,013	0,04	0,06	0,05	0,003	0,012	0,021
2		<0,011	0,03	0,07	0,04	0,002	0,010	0,019
3		<0,012	0,03	0,08	0,05	0,003	0,011	0,016
Σ		0,012 ±0,14***	0,033 ±0,10***	0,070 ±0,23***	0,047 ±0,12***	0,0027 ±0,006***	0,016 ±0,18***	0,017 ±0,24***
максимально допустимі рівні *		1,0	1,0	1,0	0,2	0,2	2,0	2,0

Примітки: ***P<0,001; *стандартні показники для осетрових риб із природних акваторій.

ДДТ та метаболітів – дещо вище і становить при цьому 0,016 мг/кг. Рівень вмісту в ікре-сирці поліхлорованих біфенілів (ПХБ) становить 0,017 мг/кг.

Простий і об'єктивний тест, заснований на реакції інфузорій *Tetrahimena* на вплив факторів хімічної та біологічної природи, дозволив виявити відсутність змінених форм, пригнічення росту або загибелі тетрахімен. Присутність найпростіших у кількості $7,32 \times 10^4 - 0,16 \times 10^4$ відповідає нормі [12].

Відповідно до вимог ТУ У 10.2-37758242-002:2018 термін придатності зернистої ікри стерляді (без консерванту) становить 6 місяців при температурі зберігання мінус 2°C – мінус 4°C.

Аналізуючи отримані результати, необхідно відзначити, що вибір способу обробки ікри стерляді та визначення оптимуму температурно-часового режиму зроблено нами не випадково. Зокрема, при пастеризації ікри-сирцю необхідно враховувати тимчасовий відрізок, що сумарно включає час попереднього прогрівання продукту в склянку, а також власний час термообробки склянки і харчового продукту. На початок термічної обробки температура ікри в склянках (при дистанції між сусідніми банками – 5,0 см) становила $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$. При цьому попередньо досягнуто рівномірність прогрівання всіх рівнів і зон камери термостата. За допомогою вмонтованого в отвір кришки банки контактного термометра, в її центральній частині вимірювали температуру продукту. Спостереження за показаннями термометра дозволили виявити наступне: протягом перших 25 хвилин прогрівання температура ікри в склянках поступово збільшується і через 62 хвилини досягає 60°C (режим № 1). Очевидно, що даний режим виконаємо в досить великому часовому відрізку, що неминує відбивається як кінцевий продукт. Слід зазначити, що при виборі оптимального режиму обробки овульованої ікри, а також для обґрунтування його раціональності, нами були прийняті до керівництва наступні положення:

1. Овульована ікра риб практично стерильна, що підтверджується результатами мікробіологічних аналізів [6]. Однак, на різних етапах технологічного процесу кількість мікроорганізмів, що потрапили в продукт з повітря, з кров'ю та слизом збільшується, внаслідок чого обсімененість ікри багаторазово зростає (від 2030 клітин/1 г до 200-64000 клітин/1 г. Однак, після промивання гарячим насиченим розчином тузлука та стікання обсімененість ікри різко знижується – до 1×10 кл/1 г [8].

2. Згідно з режимом № 2, овульовану ікру піддають термічній обробці при температурі не нижче 78°C.

3. У прогнозі, з урахуванням порівняно невеликого відрізка часу (1,0 хв.), застосування запропонованого режиму обробки ікри не вплине на органолептичних показниках кінцевого продукту.

При розробці режимів пастеризації практично керуються фактом загибелі протягом 30-60 хвилин безспорних бактерій, що відбувається при нагріванні до 60°C [6]. Також відомо, що при досягненні значення температури 60°C, *E. Coli* гине протягом 10 хвилин або при температурі 55°C протягом 20 хвилин [8]. Таким чином, проводячи порівняльну аналогію зі стандартними температурно-часовими показниками режиму пастеризації, можна зробити висновок, що скорочення загального часу термічної обробки ікри до 1,0 хвилини (за умови попередньої стерилізації склябанок сухожаровим способом) дозволяє характеризувати пропонований режим як прискорений і водночас «щадний» щодо кінцевого продукту.

Згідно з наявними літературними даними, вміст Na в ікрі стерляді з природного довкілля досягає 5%, Ca – 3% і Fe – 15% [17, 18]. Вважається, що меншу кількість Na в ікрі стерляді з УЗВ можна пояснити низьким вмістом у ній NaCl (3,5% відповідно), що залежно від потреб ринку дозволяє збільшувати кількість Na^+ при посоле продукту.

Порівняльний аналіз довідкових даних щодо макроелементного складу ікри стерляді дозволяє зробити висновок, що остання у особин, що культивуються, трохи перевищує ікру диких риб за вмістом P, що може бути зрозуміло результатом дії споживаного корму. Загалом зазначений факт свідчить про те, що ікра стерляді з УЗВ є відмінним джерелом мінеральних компонентів.

Встановлено, що ікра стерляді містить повний набір незамінних та замінних амінокислот. Погоджуючись із довідковими даними, можна сказати, що вміст незамінних амінокислот у 100 г білків ікри стерляді вищий, ніж у еквівалентній кількості ідеального білка. Очевидно також, що достовірні відмінності в амінокислотному складі ікри білків риб з природних умов існування і УЗВ контрастно не виявляються. Разом з тим, у вмісті окремих амінокислот виявлено несуттєві відхилення, що недоцільно пов'язувати з особливостями виду. Ми небезпідставно вважаємо, що вони

можуть бути пов'язані зі ступенем зрілості ікри, яка визначає зрештою амінокислотний склад білків риб на різних стадіях овогенезу.

Підсумовуючи вищевикладене, можна дійти відповідного висновку, що несуттєві відмінності в амінокислотному складі білків ікри стерляді, вирощеної в природних та індустріальних умовах, знаходять пояснення в адекватному споживанні білка з кормами при штучному утриманні риб. Отримані нами дані певною мірою узгоджуються з наявними в літературі матеріалами [5] за схожістю амінокислотного складу білків ікри при відповідному споживанні природної їжі та штучно складених кормосумішей у різних об'єктів аквакультури.

Згідно з наявними літературними даними, рівень токсикантів у гонадах риб з віком збільшується [2]. Однак, порівнюючи власні дані з токсикологічної безпеки ікри риб з УЗВ з аналогічними щодо риб з природних водоем, можна зробити висновок, що перші в екологічному відношенні найменш контаміновані. У всіх випадках значення хлороорганічних токсикантів в ікре-сирці стерляді з УЗВ нижче, ніж в ікре осетрових риб із природних акваторій [19], що додатково підтверджується високим рівнем статистичної достовірності.

Запропонований режим прискореної термічної обробки овульованої ікри стерляді повною мірою забезпечує загибель одноклітинних грибів та бактерій. Дослідження живих інфузорій у темному полі мікроскопа за методом «висячої краплі» показало відсутність у клітинах будь-яких деструктивних змін: руховий апарат та живий вміст знаходилися в межах норми. На підставі вищесказаного, згідно з регламентом ЄС 1881/2006, ЄС 2073/2005 констатується безпека готового продукту.

Висновки та пропозиції. Удосконалення технології переробки чорної ікри, зрештою, дозволяє відмовитися від традиційного режиму пастеризації. Використання технології прискореної термічної обробки ікри-сирцю дозволяє покращити якість ікряної продукції з максимальним наближенням до якості вибіної ікри. Оптимально вибраний температурно-часовий режим повною мірою забезпечує безпеку готового продукту.

Отримані фактичні дані становлять харчових технологів очевидну практичну значимість. Необхідно наголосити, що запропонована технологія отримання харчової ікри не є базовою в сучасному ікряному напрямку осетрівництва, але має власний статус в аспектах виробництва чорної ікри. У перспективі, підвищення ефективності робіт у цьому напрямі шляхом удосконалення технологічних та організаційних методів послужить передумовою легалізованого насичення споживчого ринку зернистої ікри і в принципі дозволить отримати високоякісний продукт у достатній кількості, користь якого буде потрібна в центрах реабілітаційної медицини та харчування дітей.

MODIFICATION OF THE TECHNOLOGY OF PROCESSING THAT REMOVING GRANULAR CAVIAR WITH OVULATED CAVIAR OF THE STERLET

*Kozij M. – Doctor of Biology sciences, Professor,
State higher educational institution Petro Mohyla Black Sea National University,
kozij67@gmail.com*

*Pichura V.I. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Kherson State Agrarian and Economic University,*

*Kutishchev P.S. – Ph.D. Biology, Associate Professor,
Kherson State Agrarian and Economic University,
kutishev_p@ukr.net*

The article scientifically substantiates and improves the technology of obtaining food caviar from ovulated sterlet caviar while ensuring the preservation of natural biologically active compounds and the stability of quality indicators. Food caviar was studied for microbiological, toxicological and toxico-biological safety. The prospect of using data in the practice of caviar sturgeon breeding is determined.

Application of the mode of heat treatment (78°C) of ovulated sterlet caviar while reducing the total process time to 1,0 min. contributes to the integrity of the components of the food product. Ultrasonic sterlet caviar differed from the similar product from females from natural waters by the reduced content of mineral substances (by 1,2%), the increased content of dry matter (by 8,1%), protein (by 7,5%) and lipids (by 3,7%). This fact indicates a reduction in the flooding of the product and the acquisition of optimal gastronomic qualities.

It was found that the proteins of sterlet caviar contain a complete set of essential amino acids, the chemical speed of which exceeds 100%, no limiting amino acid was detected. Comparative analysis of sterlet caviar from ultrasound and sterlet from natural living conditions showed the absence of significant differences in the amino acid composition of proteins, which demonstrates the biological value of the product.

The use of short-term high-temperature heat treatment allows to ensure sufficient food safety. The absence of *E. coli* and yeast in the caviar was established. The content of Pb, Cd, As and Hg sterlet in caviar is significantly below the maximum allowable levels. The total value of HCH and isomers is in the range of 0,0027 mg/kg; DDT and metabolites – 0,016 mg/kg, polychlorinated biphenyls (PCBS) is 0,017 mg/kg, which is normal. The absence of altered forms, growth inhibition or death of tetrachymen confirms the toxicological safety of the finished product. The shelf life of caviar without preservative is 6 months at a storage temperature of minus 2°C – minus 4°C, which parametrically meets the requirements of TU U 10.2-37758242-002: 2018.

The advantage of the improved technology of raw caviar processing over the classical method of pasteurization is determined. The expediency of using alternative technology to save energy and preserve traditional organoleptic properties, nutritional value and safety of the finished product has been experimentally confirmed. Based on the results of the research, the technical documentation of TU «Technological instructions for the production of sturgeon caviar» and «Working instructions for caviar selection» was developed and agreed in the prescribed manner with the bodies and institutions of the State Sanitary and Epidemiological Surveillance and the State Standard. The

developed technology was tested in the production of experimental batches of sterling caviar, which allowed Oasis Bisan to implement a food safety management system and conduct a certification audit by the International Certification Body TUV SUD for compliance with the International Standard ISO 22000:2005. In 2019, the European Commission, the company «Oasis Bisan» received an EU registration number: a-UA-14-20-121-VIII-PP, in connection with which it has the right to export products (sturgeon caviar) to the European Union.

Keywords: technology, heat treatment, pasteurization, food caviar, biological value, safety, finished product.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алымов Ю. В., Кокоза А. А. Влияние различных комбикормов на морфофизиологические показатели молоди русского осетра : материалы II Междунар. науч. конф. [«Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб»]. С.-Петербург, 2013.
2. Боярова М. Д., Сяпина И. Г. Хлорированные углеводороды в гидробионтах залива Петра Великого Японского моря. *Экол. химия*, 2004. № 13(2). С. 123–124.
3. Громова В. А., Копыленко Л. Р. Способ предварительной обработки икры осетровых рыб перед посолом. *Патент № 2056759 РФ*. Заявлено 20.05.1994. Опубликовано 27.03.1996. Бюл. № 3.
4. Кокоза А. А. О стандарте и некоторых других вопросах в осетроводстве. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*. 2010. № 1. С. 103–106.
5. Копыленко Л. Р. Разработка и обоснование икорной продукции из овулировавшей икры осетровых рыб. *Рыб. промышленность*. 2006. № 2. С. 21–23.
6. Копыленко Л. Р. Свойства, пищевая ценность и безопасность овулировавшей икры бестера и стерляди : материалы 5-й Междунар. науч.-практ. конф. [«Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии и качество»]. Калининград: 2004. С. 660–665.
7. Копыленко Л. Р., Корязова И. Л. Научное обоснование технологии получения зернистой икры из овулировавшей икры осетровых рыб : материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. [«Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии и качество»]. Калининград. 2003. С. 169–171.
8. Копыленко Л. Р., Платонова Н. А. Проблемы качества и безопасности зернистой икры рыб. *Рыб. хозяйство*. 2011. № 5. С. 110–115.
9. Корязова И. Л., Копыленко Л. Р. Исследование влияния активности протеиназ овулировавшей икры бестера на процесс её обесклеивания. *Тр. ВНИРО*. 2004. № 143. С. 164–169.
10. Лазаревский А. А. Технохимический контроль в рыбообработывающей промышленности: монография. Москва: Пищепромиздат. 1976. 518 с.

11. Лакин Г. Ф. Биометрия. Москва: Высшая школа. 1990. 293 с.
12. Микитюк П. В. Методические рекомендации (микрометод) токсико-биологической оценки рыбы и других гидробионтов. Киев: 1987. 19 с.
13. Павельева Л. Г., Ушакова Р. Ф., Проничкина А.В., Сунцова Т.А., Стынгач Е.П. Влияние консервантов на срок хранения и качество зернистой икры осетровых рыб. *Технология рыбных продуктов*. Москва: ВНИРО. 1984. С. 29–39.
14. Подушка С. Б., Брусованский Р. Б. Пищевой продукт из икры осетровых рыб. Авторское свидетельство № 1785090. Заявлено 31.08.1990. Опубл. 27.01.2008.
15. Подушка С. Б., Брусованский Р. Б. Разработка технологии переработки овулировавшей икры осетровых. *Проблемы современного товарного осетроводства*. Астрахань : 2000. С. 141–142.
16. Подушка С. Б., Абдрахманова В. Х. Производство чёрной икры в рыбноводных хозяйствах : тезисы докл. Межд. конф. [«Научно-практический прогресс в перерабатывающих отраслях АПК»]. Москва : 1995. С. 201–202.
17. Скурихин И. М. Сафронова Т. М. Органолептическая оценка рыбной продукции: справочник. Москва : Агропромиздат. 1985. 216 с.
18. Химический состав пищевых продуктов: справочник. Кн. 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетическая ценность пищевых продуктов. Под ред. И. М. Скурихина. Москва : Агропромиздат. 1987. 224 с.
19. Gessner J., Wirth M. Caviar composition in wild and cultured sturgeons – impact of food sources on fatty acid composition and contaminant load. *J. Appl. Ichtiol.* 2002. V. 18. P. 665–672.

REFERENCES

1. Alymov Yu. V., Kokoza A. A. (2013). *Vliyanie razlichnyh kombikormov na morfofziologicheskie pokazateli molodi russkogo osetra* [The influence of various compound feeds on the morphophysiological indicators of young Russian sturgeon]. Proceedings of the *Vosproizvodstvo estestvennyh populjacij cennyh vidov ryb: II Mezhdunar. nauch. konf.* S.-Peterburg. 143–154. [in Russian].
2. Boyarova M. D., Syasina I. G. (2004). *Hlorirovannye uglevodorody v gidrobiontah zaliva Petra Velikogo Yaponskogo moray* [Chlorinated hydrocarbons in hydrobionts of Peter the Great Bay of the Sea of Japan]. *Jekol. himija*, 13(2), 123–124. [in Russian].
3. Gromova V. A., Kopylenko L. R. (1996). *Sposob predvaritel'noj obrabotki ikry osetrovyh ryb pered posolom* [The method of preliminary pro-

- cessing of sturgeon fish caviar before the ambassador]. Patent № 2056759 RF. [in Russian].
4. Kokoza A. A. (2010). *O standarte i nekotoryh drugih voprosah v osetrovodstve* [About the standard and some other issues in sturgeon farming]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe hozyajstvo*, no 1, 103–106. [in Russian].
 5. Kopylenko L. R. (2006). *Razrabotka i obosnovanie ikornoj produkcii iz ovulirovavshej ikry osetrovyh ryb* [Development and justification of caviar products from ovulated sturgeon caviar]. *Ryb. promyshlennost'*, no 2, 21–23. [in Russian].
 6. Kopylenko L. R. (2004). *Svoystva, pishchevaya cennost' i bezopasnost' ovulirovavshej ikry bestera i sterlyadi* [Properties, nutritional value and safety of ovulated bester and sterlet caviar]. Proceedings of the *Proizvodstvo rybnyh produktov: problemy, novye tekhnologii i kachestvo : the 5-th Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* Kaliningrad. 660–665. [in Russian].
 7. Kopylenko L. R., Koryazova I. L. (2003). *Nauchnoe obosnovanie tekhnologii polucheniya zernistoj ikry iz ovulirovavshej ikry osetrovyh ryb* [The scientific substantiation of the technology for obtaining granular caviar from ovulated sturgeon caviar]. Proceedings of the *Proizvodstvo rybnyh produktov: problemy, novye tekhnologii i kachestvo : the 4-th Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* Kaliningrad. 169–171. [in Russian].
 8. Kopylenko L. R., Platonova N. A., Hamzina A. K., Ahmerova E.A. (2011). *Problemy kachestva i bezopasnosti zernistoj ikry ryb* [Problems of quality and safety of granular fish caviar]. *Ryb. hozyajstvo*, no 5, 110–115. [in Russian].
 9. Koryazova I. L., Kopylenko L. R. (2004). *Issledovanie vliyaniya aktivnosti proteinaz ovulirovavshej ikry bestera na process eyo obeskleivaniya* [Investigation of the influence of proteinase activity of ovulated bester caviar on the process of its degluing]. *Tr. VNIRO*, no 143, 164–169. [in Russian].
 10. Lazarevskij A. A. (1976). *Tekhnohimicheskij kontrol v ryboobrabatyvayushchej promyshlennosti* [Technochemical control in the fish processing industry] : monograph. Moscow: Pishchepromizdat. [in Russian].
 11. Lakin G. F. (1990). *Biometriya*. Moscow: Vysshaya shkola. [in Russian].
 12. Mikityuk P. V. (1987). *Metodicheskie rekomendacii (mikrometod) toksiko-biologicheskoy ocenki ryby i drugih gidrobiontov* [The guidelines (micromethod) for the toxico-biological assessment of fish and other aquatic organisms]. Kyiv. [in Russian].
 13. Pavel'eva L. G., Ushakova R. F. Pronichkina A.V., Suncova T.A., Styn-gach E.P. (1984). *Vliyanie konservantov na srok hraneniya i kachestvo zernistoj ikry osetrovyh ryb* [The influence of preservatives on the shelf life and quality of granular sturgeon caviar]. *Tekhnologiya rybnyh produktov*. Moscow : VNIRO. 29–39. [in Russian].

14. Podushka S. B., Brusovanskij R. B. (2008). *Pishchevoj produkt iz ikry osetrovyyh ryb* [Sturgeon caviar food product]. Avtorskoe svidetelstvo No 1785090. [in Russian].
15. Podushka S. B., Brusovanskij R. B. (2000). *Razrabotka tekhnologii pererabotki ovulirovavshej ikry osetrovyyh* [Development of technology for processing ovulated sturgeon caviar]. *Problemy sovremennogo tovarnogo osetrovodstva*. Astrahan. 141–142. [in Russian].
16. Podushka S. B., Abdrahmanova V. H. (1995). *Proizvodstvo chernoj ikry v rybovodnyh hozyajstvah* [Production of black caviar in fish farms]. Proceedings of the *Nauchno-prakticheskij progress v pererabatyvayushchih otraslyah APK : Mezhd. konf.* Moscow. 201–202. [in Russian].
17. Safronova T. M. (1985). *Organolepticheskaya ocenka rybnoj produkcii. Spravochnik* [An organoleptic evaluation of fish products] : the guide. Moscow: Agropromizdat. [in Russian].
18. Skurihin I. M. (1987). *Himicheskij sostav pishchevyh produktov. Spravochnik. Kn. 1: Spravochnye tablicy sodержaniya osnovnyh pishchevyh veshchestv i energeticheskaya cennost pishchevyh produktov* [Chemical composition of food products: a guide. Reference tables for the content of essential nutrients and the energy value of foods]. Moscow: Agropromizdat. [in Russian].
19. Gessner J., Wirth M. (2002). Caviar composition in wild and cultured sturgeons – impact of food sources on fatty acid composition and contaminant load. *Appl. Ichtiol*, no 18, 665–672.