

УДК 641.528.6:641.8-035.575.6

**Раїса ДОНЧЕВСЬКА,
Анастасія ТУНІЦЬКА**

ІННОВАЦІЙНІ ЗАМОРОЖЕНІ ЗАЛИВНІ РИБНІ ПРОДУКТИ

Експериментально підтверджено доцільність і перспективність розробки функціональних заливних продуктів шляхом раціонального комбінування прісноводної риби та рослинної сировини із використанням гідроколоїдів і заморожуванням продукції з метою подовження терміну її зберігання.

Ключові слова: прісноводна риба, рослинна сировина, гідроколоїди, біологічна цінність, заморожена заливна прісноводна риба.

Значне місце на ринку рибних товарів займають рибні кулінарні вироби, підвищений споживчий попит на які обумовлений високою харчовою цінністю, гармонійними смако-ароматичними властивостями та готовністю до споживання. Проте сучасний підхід до виробництва такої продукції ґрунтується насамперед на використанні сировини імпортного походження, формуванні органолептичних властивостей без урахування повного спектра функціонально-технологічних параметрів складових компонентів і веденні технологічного процесу. Це негативно впливає на споживні властивості продукції, термін зберігання та соціально-економічну ефективність її виробництва.

Відмічено також суттєві зміни традиційних смаків населення, яке все більше надає перевагу здоровому харчуванню й усвідомлює ступінь впливу продуктів харчування на здоров'я та тривалість життя. Споживання незбалансованої за харчовою цінністю продукції викликає низку метаболічних змін в організмі людини (особливо дітей та людей похилого віку) за рахунок недостатнього надходження незамінних мікронутрієнтів [1].

© Раїса Дончевська, Анастасія Туніцька, 2012

У зв'язку з цим одним із пріоритетних напрямів вирішення цієї проблеми є застосування інноваційних підходів до розробки та активного впровадження у структуру харчування повноцінних збалансованих харчових продуктів на основі прісноводної риби внутрішніх водойм України, що й стало метою досліджень. Важливим напрямом вирішення проблеми є виробництво заморожених заливних продуктів із прісноводної риби з додаванням рослинної сировини та морських водоростей.

Моніторинг тенденцій розвитку рибопереробної галузі свідчить, що традиційні способи виробництва заливної продукції не враховують можливості використання як основної сировини прісноводної риби та рослинних добавок, а також консервування її шляхом заморожування, що зумовлено виникненням синерезису. Ефективним способом регулювання структури заливки, надання та збереження високих споживних властивостей продукції протягом низькотемпературного зберігання та після розморожування є розробка харчової стабілізаційної суміші на основі гідроколоїдів природного походження.

Питанням застосування гідроколоїдів у технології рибної продукції присвячено праці науковців О. В. Сидоренко, А. К. Дьяконової, А. Т. Безусова, Н. Г. Грінченко, П. П. Пивоварова та ін. [2–5]. Однак відсутність розробок концептуального характеру щодо виробництва замороженої заливної продукції прогнозованого хімічного складу на основі вітчизняної рибної сировини зумовлює доцільність і практичне значення нашого дослідження.

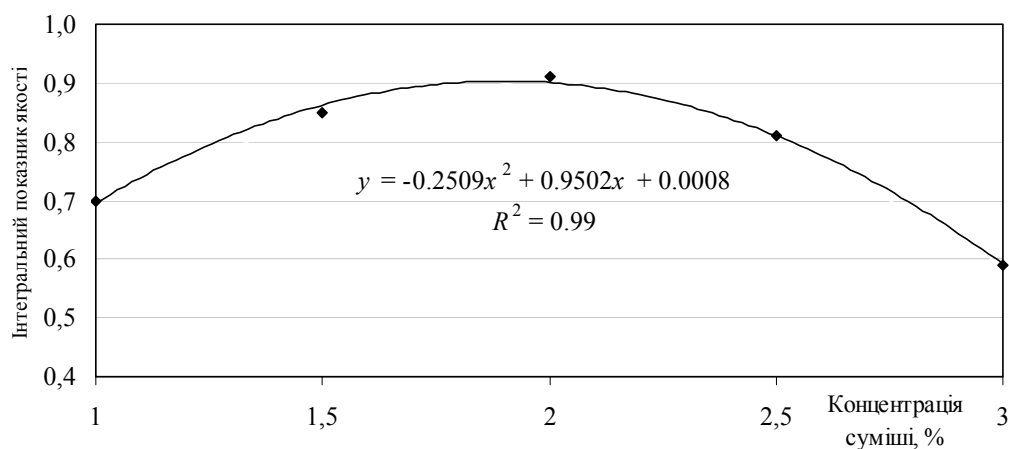
Актуальність застосування гідроколоїдів у харчовій промисловості обумовлена комплексом функціонально-технологічних властивостей – здатністю до гелеутворення, підвищенням в'язкості, зниженням ризику виникнення синерезису, стабільністю при нагріванні, покращенням органолептичних характеристик і харчової цінності продукту, збільшенням виходу готової продукції за рахунок зниження втрат при тепловій обробці, підвищенням вологозатримувальної здатності, подовженням терміну зберігання [1].

Також встановлено, що на відміну від більшості харчових добавок гідроколоїди відіграють важливу роль у функціонуванні органів і систем організму людини за рахунок вмісту фізіологічно функціональних інгредієнтів. Вони забезпечують нормальну роботу кишечника, знижують рівень холестерину, контролюють рівень цукру в крові. Вченими також доведено, що важливі фізіологічні функції гідроколоїдів обумовлені їх пребіотичними властивостями, які пов'язані з участю у формуванні поживного середовища для розвитку нормальної кишкової мікрофлори, що дає змогу віднести їх до класу розчинних харчових волокон [1–8].

Позитивна фізіологічна дія харчових волокон на організм людини не обмежується ефектами, які пов'язані з функціонуванням шлунково-кишкового тракту. Вони адсорбують жовчні кислоти та інші метаболіти, токсичні речовини (радіонукліди, формальдегіди, феноли, пестициди, солі важких металів, мікотоксини), що сприяє детоксикації організму. Адсорбційні властивості полісахаридів надають продуктам радіопротекторних властивостей. Це обумовлює актуальність їх застосування у раціонах харчування з метою корекції та підтримки здоров'я [1; 6; 7].

За результатами аналітичних та експериментальних досліджень встановлено, що для виробництва замороженої заливної продукції є доцільним використання суміші на основі капа-карагінану та камеді гуару у співвідношенні 1 : 4, яка є найбільш стійкою до низькотемпературного впливу [9; 10].

Рациональну концентрацію стабілізаційної суміші визначено методом математичного прогнозування. За критерій оптимізації прийнято інтегральний показник якості, за яким враховано органолептичні (зовнішній вигляд, консистенція, колір, запах), фізико-хімічні (рівень синерезису) та структурно-механічні (коефіцієнти граничного навантаження та молекулярного зчеплення) властивості. Графічну залежність інтегрального показника якості від концентрації суміші наведено на *рисунку*.



Залежність інтегрального показника якості стабілізаційних систем від концентрації суміші гідроколоїдів

За графіком визначено рівняння регресії поліноміального типу, яке описує однофакторний простір залежності інтегрального показника якості (Y) від концентрації суміші (x):

$$Y_{(x)} = -0.2509x^2 + 0.9502x + 0.0008.$$

Достовірність апроксимації ($R^2 = 0.99$), яка наближена до одиниці, підтверджує правильність обрання типу трендового рівняння.

Математичною обробкою експериментальних даних визначено, що найвищий рівень якості стабілізаційної системи ($Y = 0.90$) досягається при $x = 2$. Отже, встановлено раціональне використання суміші – 2 %, що забезпечує формування і збереження прозорої, еластичної та желеподібної консистенції заливки протягом низькотемпературного зберігання без виникнення синерезису, підвищує ефективність технологічного процесу заливної риби за рахунок швидкості розчинення суміші та желювання заливки, на відміну від желатину.

Проектування модельних композицій заливної прісноводної риби здійснено за принципами харчової комбінаторики з використанням методів математичного моделювання: кількісним підбором і співвідношенням сировинних інгредієнтів, що уможлиблює отримання максимально збалансованої продукції, яка найбільшою мірою відповідає за кількісним вмістом і якісним складом показникам високої поживної цінності та медико-біологічним вимогам.

Математичні моделі побудовано за методом багатофакторного експерименту. Варіативними факторами визначено вміст компонентів рецептури – риби (X_1), заливки (X_2), рослинної сировини (X_3), водоростей (X_4) та встановлено межі їх відхилення. Критерієм оцінки впливу різної кількості компонентів на якість продукції обрано інтегральний показник якості (Y).

Реалізацією матриці планування, закладеної до програми дослідження, отримано математичну модель, яка відображає зміну інтегрального показника якості залежно від концентрації сировинних компонентів:

$$Y = 1.54217 + 0.01066X_2 + (-0.00927X_3) + 1.04212X_4 + (-0.00058X_1X_2) + (-0.01345X_1X_4) + (-0.01530X_2X_4) + 0.00015X_1X_2X_4 + (-0.000007X_1X_2X_3X_4).$$

Математичною обробкою експериментальних значень визначено оптимальний вміст рецептурних компонентів, %: риби – 40, заливки – 51, рослинних добавок – 7, морських водоростей – 2. Узагальнення отриманих результатів дало змогу науково обґрунтувати й розробити технологічну схему замороженої заливної риби з рослинними добавками та морськими водоростями.

Основним рецептурним інгредієнтом заливної продукції був товстолобик осіннього вилову, додатковими – ягоди та сік журавлини, зелена цибуля й сік ріпчастої цибулі, коренеплоди та сік моркви й буряка, морські водорості.

Рибну сировину сортували, розбирали, мили, порціонували та термічно обробляли. Рослину – мили, чистили та подрібнювали. Ламінарію додавали у вигляді готового напівфабрикату. Соки отримували віджиманням подрібненої рослинної сировини з наступним фільтруванням. Заливку готували на основі рибного бульйону та прянощів, стабілізаційним компонентом для якої слугувала суміш із гідроколоїдів рослинного походження, оскільки використання желатину виз-

начено недоцільним за структурно-механічними, технологічними та функціональними властивостями.

Фасування продукції у споживчу тару здійснювали укладанням філе-шматочків риби, рослинних компонентів, морських водоростей, свіжої зелені, внесенням желевної заливки, попередньо змішаної за рецептурою із соком ягід чи овочів. Готову продукцію упаковували в полімерні контейнери із морозостійкого поліпропілену, заморожували при температурі не вище $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ та зберігали в морозильній камері при $-25\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом трьох місяців.

За результатами товарознавчої оцінки підтверджено високу харчову та біологічну цінність нової заливної продукції. Встановлено, що основним харчовим нутрієнтом заливної риби є біологічно цінний білок, у складі якого ідентифіковано та кількісно визначено 18 амінокислот, 46 % з яких є незамінними. Відношення кількості незамінних до кількості замінних амінокислот для заливних рибних продуктів (0.85–0.86) відповідає нормам раціонального харчування. Збалансованість амінокислотного складу білків заливної риби характеризує високий амінокислотний скор, %: лізину (178–180), фенілаланіну та тирозину (145–149), треоніну (128–129), лейцину (124–126). Лімітованими амінокислотами є валін та ізолейцин.

Значення коефіцієнта розрізнення амінокислотного скору свідчить про раціональність використання організмом людини білків заливних продуктів із прісноводної риби (табл. 1).

Таблиця 1

Біологічна цінність білків заливної прісноводної риби

Показник	Риба заливна з додаванням			
	журавлини	моркви	буряка	цибулі
Коефіцієнт розрізнення амінокислотного скору, %	22.02	22.73	22.32	22.24
Показник біологічної цінності, %	77.98	77.27	77.68	77.76
Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу, U	0.61	0.62	0.61	0.62
Показник надлишкового вмісту, σ_n	17.73	17.72	17.85	17.19
Показник порівнюваної надлишковості, σ_c	0.23	0.22	0.23	0.21

Низький коефіцієнт надлишковості та високий коефіцієнт утилітарності характеризує повноту засвоєння організмом людини білків заливної рибної продукції. Значення потенційної біологічної цінності є високим для всіх дослідних зразків.

Дослідженнями жирнокислотного складу ліпідів заливної риби встановлено високу частку поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) – понад 26 %. Середній вміст їх становив, %: ліноленової – 9.7, лінолевої – 6.3, арахідонової – 3.4. Рівень мононенасичених жирних кислот (МНЖК)

у дослідних зразках складено переважно за рахунок пальмітоолеїнової та олеїнової кислот 39.7–40.1 %.

Підтверджено високу біологічну ефективність ліпідів заливних продуктів із прісноводної риби порівняно з гіпотетичним ідеальним жиром. Співвідношення МНЖК : ПНЖК : НЖК (насичених жирних кислот) найбільш близьке до оптимального у варіантах із журавлиною, буряком, а жирних кислот $\omega_6 : \omega_3$ для усіх дослідних зразків суттєво не відрізняється. Рациональним у заливній рибі встановлено співвідношення ПНЖК : НЖК, $C_{18:2} : C_{18:1}$ та $C_{18:2} : C_{18:3}$ (табл. 2).

Таблиця 2

Біологічна ефективність ліпідів заливної прісноводної риби

Зразок	Відношення				
	МНЖК: ПНЖК: НЖК	ПНЖК: НЖК	$C_{18:2}^* : C_{18:1}^{**}$	$C_{18:2} : C_{18:3}^{***}$	жирних кислот $\omega_6 : \omega_3$
Ідеальний жир	1:1:1	0.2–0.4	>0.25	>7.0	3:1
Контроль	1:0.67:0.84	0.79	0.33	0.65	1.04:1
Риба заливна з журавлиною	1:0.67:0.84	0.79	0.33	0.64	1.05:1
Риба заливна з морквою	1:0.66:0.81	0.81	0.35	0.66	1.04:1
Риба заливна з буряком	1:0.67:0.83	0.81	0.34	0.64	1.05:1
Риба заливна з цибулею	1:0.66:0.83	0.80	0.32	0.65	1.04:1

Примітки: * $C_{18:2}$ – лінолева кислота;
** $C_{18:1}$ – олеїнова кислота;
*** $C_{18:3}$ – ліноленова кислота.

Повноту засвоєння ліпідів заливної прісноводної риби організмом людини визначено розрахунком коефіцієнта ефективності ліпідів за формулою [11]:

$$\psi = \frac{3C_{ij \min}}{\sum_{j=1}^3 C_{ij}},$$

де 3 – сума скорів жирнокислотних фракцій в "ідеальному" ліпіді;

$C_{ij \min}$ – мінімальний скор j -тої жирнокислотної фракції, частка одиниці;

$\sum_{j=1}^3 C_{ij}$ – сума скорів жирнокислотних фракцій у ліпіді, що досліджується, частка одиниці.

За результатами розрахунку, значення коефіцієнта для дослідних зразків заливної продукції з буряком, цибулею та контролю становить 0.80, а морквою і журавлиною – 0.79, що свідчить про високу

ступінь їх засвоєння за рахунок раціонального поєднання рибної та рослинної сировини.

Особливістю заливних продуктів із прісноводної риби з рослинними добавками та ламінарією є збалансований вітамінно-мінеральний комплекс. Відмічено, що споживання 250 г такої риби задовольняє добову потребу людини, % на: 36–38 – у фосфорі, 18–20 – калії, 14–16 – залізі, 30.0–38.3 – йоді, 17–22 – тіаміні.

Незважаючи на поширеність громадської думки стосовно забрудненості внутрішніх водоймищ, підтверджено відповідність вмісту важких металів у заливній рибі медико-біологічним вимогам, мг/кг: свинцю 0.0031–0.0035 при нормі 1.0; кадмію – 0.010–0.015 при нормі 0.2; миш'яку – 0.122–0.126 при нормі 1.0. Концентрація ртуті перебувала у межах 0.0044–0.0051 мг/кг, цинку 10.1–10.3 мг/кг, що на 75 % менше норми.

Структурно-механічні властивості заливної рибної продукції, яка є структурованою дисперсною системою, досліджено методами пенетрації та відриву кільця із використанням універсального комп'ютерного вимірювального приладу [12]. Величинами, які найбільш повно характеризують консистенцію дослідного продукту, визначено коефіцієнти граничного навантаження, молекулярного зчеплення та поверхневого натягу. Експериментально встановлено, що коефіцієнт граничного навантаження, який характеризує пружність структури заливки, перебував у межах 46.9–68.5 Па, а коефіцієнт молекулярного зчеплення становив 168.2–198.1 Па·с. Найвищі значення коефіцієнта поверхневого натягу (Н/м²) встановлено для дослідних зразків із журавлиною (0.17), цибулею (0.14) та морквою (0.13), що зумовлено особливістю їхньої структури й складу, характеризує стан поверхні та молекулярної взаємодії компонентів.

Виявлено, що протягом низькотемпературного зберігання відбувається зміна пружно-еластичних властивостей замороженої заливної риби. Зокрема, коефіцієнт граничного навантаження заливки зріс у середньому на 15–36 %. Це корелює з результатами органолептичної оцінки та свідчить про незначне ущільнення заливки внаслідок перегрупування та впорядкування зв'язаних елементів структури, зміни у співвідношенні електростатичних і міжмолекулярних зв'язків та виникнення додаткових різної міцності.

Зниження коефіцієнта молекулярного зчеплення заливки встановлено в середньому на 7–15 %, що, очевидно, зумовлено агрегацією частин за рахунок зменшення товщини прошарку дисперсійного середовища, довжини макромолекул та їх гнучкості.

Дослідження динаміки харчової цінності заливної продукції протягом низькотемпературного зберігання підтвердили високу ступінь збереженості таких біологічно цінних речовин, як незамінні амінокислоти (92–94 %), ПНЖК (79–80 %) та вітаміни (44–97 %), що зу-

мовлено стабілізуючою дією органічних кислот, біофлавоноїдів і вітамінів-антиоксидантів рослинних добавок. Це підтверджує доцільність комбінування різних видів сировини, застосування стабілізаційної суміші з метою зменшення вмісту вільної вологи та зберігання продукції в умовах низьких температур.

Мікробіологічні дослідження заливної риби засвідчили відсутність бактерій групи кишкової палички, сульфідредуючих клостридій, пліснявих грибів і дріжджів, золотистого стафілокока та сальмонел. Кількість МАФАНМ визначено в межах допустимих норм ($3.1-3.4 \times 10^2$), що поступово знижувалася, підтверджуючи тим самим чутливість мікроорганізмів до дії низьких температур, антимікробні властивості рослинної сировини та низьку частку вільної вологи завдяки сорбційним властивостям гідроколоїдів.

Таким чином, виробництво заморожених заливних рибних продуктів комбінуванням прісноводної риби та рослинної сировини з додаванням стабілізаторів консистенції рослинного походження сприятиме забезпеченню населення цінною продукцією тривалого терміну зберігання з високим ступенем задоволення фізіологічних потреб організму людини в есенційних біологічно активних речовинах.

Запропонована технологія замороженої заливної риби не має аналогів не лише в Україні, а й за кордоном. Її широке впровадження є надзвичайно ефективним і перспективним для рибопереробної галузі України та закладів ресторанного господарства, що сприятиме розширенню асортименту рибних продуктів на основі вітчизняної сировини із гарантованим рівнем якості та безпечності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Пищевая химия* / [А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова и др.]; под ред. А. П. Нечаева. — [4-е изд.]. — СПб. : ГИОРД, 2007. — 640 с.
2. *Сидоренко О. В.* Наукове обґрунтування і формування споживних властивостей продуктів з прісноводної риби та рослинної сировини : дис. ... докт. техн. наук : 05.18.15 : захищена 04.12.2009 : затв. 12.05.2010 / Сидоренко Олена Володимирівна. — К., 2009. — 327 с.
3. *Дьяконова А. К.* Структурообразователи в производстве консервированных продуктов / А. К. Дьяконова, А. Т. Безусов : моногр. — Одесса : Optimum, 2006. — 249 с.
4. *Гринченко Н. Г.* Технологія реструктурованих напівфабрикатів на основі рибної сировини: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 : захищена 05.04.2007 р. : затв. 23.10.2007 р. / Наталя Геннадіївна Гринченко. — Х., 2007. — 325 с.
5. Пат. на корисну модель UA № 1602 U МПК А 62 В 7/08. Спосіб отримання структурованих рибних продуктів поліпшеної якості / П. П. Пивоваров, Н. Г. Гринченко, Є. П. Пивоваров ; № 200502295 ; заявл. 14.03.05 ; опубл. 16.01.06, Бюл. № 1.
6. *Пищевые добавки* : справ. / [авт.-уклад. А. И. Булдаков]. — [2-е изд.,

- перераб. и доп.]. — М. : ДеЛи принт, 2003. — 435 с.
7. *Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон* / [Л. Г. Ипатова, А. А. Кочеткова, О. Г. Шубина и др.] // Пищевая пром-сть. — 2004. — № 1. — С. 23—29.
 8. *Кушнір Ю.* Гидроколлоиды / Ю. Кушнір // Продукты & ингредиенты. — 2008. — № 5. — С. 106—107.
 9. *Сидоренко О. В.* Реологічні властивості стабілізаційних систем для заливних рибних продуктів / О. В. Сидоренко, Р. С. Москалюк, Н. П. Дроба // Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". — 2009. — № 2. — С. 134—141.
 10. *Сидоренко О. В.* Оцінка ефективності стабілізаційних систем для замороженої заливної риби / О. В. Сидоренко, Р. С. Москалюк : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. ["Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка"], (Святогірськ, 9–11 верес. 2009 р.). — Донецьк : ДонНУЕТ, 2009. — С. 206.
 11. *Рогов И. А.* Проектирование жирнокислотного состава новых продуктов питания на основе комплексного использования различных видов сырья / И. А. Рогов, Н. Г. Кроха, Н. А. Михайлов // Вопросы питания. — 1988. — № 3. — С. 52—55.
 12. ТУ У 32.3-30591280-001-2004 "Універсальний комп'ютерний вимірювальний прилад". Технічний паспорт. — Харків : ТОВ "ІТМ", 2005. — 18 с.

Стаття надійшла до редакції 03.07.2012.

Дончевская Р., Туницкая А. Инновационные замороженные заливные рыбные продукты. Рассмотрена и экспериментально подтверждена целесообразность и перспективность разработки функциональных заливных продуктов путем рационального комбинирования пресноводной рыбы и растительного сырья с использованием гидроколлоидов и замораживанием продукции с целью увеличения срока ее хранения.

Ключевые слова: пресноводная рыба, растительное сырье, гидроколлоиды, биологическая ценность, замороженная заливная пресноводная рыба.

Donchevska R., Tunitska A. The innovation frozen jellied fish foods. This article is devoted to scientific substantiation of innovative approaches to development and implementation into the structure of nutrition the balanced diet food by producing frozen jellied freshwater fish with the addition of vegetable additives and sea weeds.

Analysis of the functional-technological properties of natural origin hydrocolloids revealed the feasibility and appropriateness of their application for the production of the frozen jellied foods. This is due to the ability of hydrocolloids to gelation, reducing the risk of syneresis, increasing water-retaining capacity and resistance to low-temperature influence, adsorption of toxic substances, improving the functioning of the gastrointestinal tract. With the use of mathematical modeling there have been developed nutritional stabilizing mixture from guar gum and kappa-carrageenan – gelling component of the frozen jellied fish. It has been scientifically substantiated and experimental confirmed that the use of 2% mixture helps to form and maintain clear, elastic and gelatinous texture filling during low-temperature storage without incurring syneresis.

Design of frozen jellied foods model composition was carried out by using the principles of food combinatorics and nutritionists current requirements, using the

methods of mathematical modeling and sensory analysis. Statistical processing of the experimental values determined optimum content of prescription ingredients: fish – 40 %, filling – 51 %, vegetable additives – 7 %, seaweed – 2 %. Generalization of the results enabled to substantiate and develop frozen jellied freshwater fish technological scheme with the addition of vegetable additives and sea weeds. The main ingredients are carp, which was caught in autumn, extra - berries and cranberry juice, onion juice and spring onions, root vegetables, carrots and beets juice, seaweed.

Fish raw was sorted, operated, washed, cut into pieces and thermally treated. Vegetable raw was washed, peeled and chopped. Juices were obtained by spinning chopped plant material, followed by filtration. Gravy was prepared on the base of fish broth and spices, in which designed mixture of hydrocolloids served as stabilizing component. The finished products were frozen with the use of temperature below $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ and stored in a freezer at $-25 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ for three months.

Experimental research results proved the microbiological and toxicological safety of the new products, high nutritional and biological value which was formed thanks to the balanced amino and fatty acid composition, optimized vitamin and mineral composition, elastic consistency.

The utilitarian coefficient of amino acid composition of frozen jellied foods proteins (0.61–0.62) and the coefficient of redundancy (0.21–0.23 %) characterizes amino acids balance, the completeness of their assimilation by the human body through the rational combination of fish and plant material. Fatty acid composition of filler fish lipids can be characterized by high content of linolenic (9.67–9.7 %), linoleic (6.3–6.4 %) and arachidonic fatty acids (3.3–3.4 %), high coefficient of efficiency of lipid (0.79–0.80).

There has been defined high degree of preservation of essential amino acids, polyunsaturated fatty acids, niacin, riboflavin, tocopherols of frozen jellied fish during low temperature storage.

Thus, the production of the frozen jellied fish products combining freshwater fish and vegetable additives with the addition of stabilizers to consistency of hydrocolloids will assist providing the population with valuable long storage products with the high degree of satisfaction of physiological necessities of human organism in essential biologically active substances.

Key words: freshwater fish, vegetable additives, hydrocolloids, biological value, frozen jellied freshwater fish.