Вперше визначено фізико-хімічний склад двостулкових прісноводних молюсків роду Anodonta півночі України та порівняно з дослідженими даними по молюсками роду Mytilus виду Mytilus galloprovincialis та ідеальним білком по шкалі ФАО/ВОЗ. Для білків двох видів досліджуваних зразків визначено амінокислотний склад м'якого тіла та розраховано амінокислотний скор з послідуючим їх порівнянням. Визначено, що м'яке тіло прісноводних молюсків роду Anodonta має високу харчову та біологічну цінність по вмісту білків та незамінних амінокислот

Ключові слова: прісноводні молюски, повноцінний білок, амінокислотний скор, біологічна цінність

Впервые определен физико-химический состав двустворчатых пресноводных моллюсков рода Anodonta севера Украины и проведено сравнение с исследованными данными по моллюскам рода Mytilus вида Mytilus galloprovincialis и идеальным белком по шкале ФАО/ВОЗ. Для белков двух видов исследуемых образцов определен аминокислотный состав мягкого тела и рассчитан аминокислотный скор с последующим их сравнением. Определено, что мягкое тело пресноводных моллюсков рода Anodonta имеет высокую пищевую и биологическую ценность по содержанию белков и незаменимых аминокислот

Ключевые слова: пресноводные моллюски, полноценный белок, аминокислотный скор, биологическая ценность

УДК 664.952/.957
DOI: 10.15587/1729-4061.2015.51072

ДОСЛІДЖЕННЯ АМІНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ БІЛКІВ ДВОСТУЛКОВИХ ПРІСНОВОДНИХ МОЛЮСКІВ РОДУ ANODONTA ПІВНОЧІ УКРАЇНИ

М. П. Головко
Доктор технічних наук, професор*
E-mail: golovko.pal@gmail.com
Т. М. Головко
Кандидат технічних наук, доцент*
E-mail: golovko_tn@mail.ru
А. О. Геліх
Аспірант*
E-mail: gelihsumy@gmail.com
*Кафедра товарознавства в митній справі
Харківський державний
університет харчування та торгівлі
вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61002

1. Вступ

Проблеми якості, безпечності та ціни на сировину, що містить повноцінний білок, особливо в регіонах віддалених від морської акваторії, потребують всебічного дослідження, що обумовлюється загальною технологією вирощування свійських тварин, що в багатьох випадках є шкідливою для здоров'я людини (табл. 1) [1]. Вивчення біологічної цінності і безпечності нових об'єктів промислу має велике значення для їх подальшого раціонального використання.

Дослідження прісноводних гідробіонтів є перспективним, оскільки Україна має високий потенціал прісних водойм: ресурси річкового стоку оцінюються у 209,8 куб. км, з яких місцевий стік на території України становить в середньому 52,4 куб. км, приток — 157,4 куб. км. Найвищий рівень водозабезпечення жителів — у західних і північних областях України [2]. Така кількість річкового стоку забезпечує надходження поживних речовин, що створює сприятливі умови для вирощування прісноводних молюсків. Ця сировина досі не використовувалась, причиною недовилову прісноводних молюсків є відсутність промислових технологій для використання їх у харчовій переробці, що підтверджується дослідженнями.

Основні цілі, які стоять перед комплексним дослідженням прісноводних молюсків півночі України, – отримати фізико–хімічні характеристики, що дозволять обґрунтувати можливості використання молюсків роду Anodonta в якості повноцінного продукту харчування і сировини для кулінарної продукції.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Проведений аналіз наукової та патентної літератури показав, що існуючі публікації носять морфологічно-анатомічний або ж біологічний характер, тобто по фізико-хімічному складу молюсків роду Anodonta офіційних даних немає, вже не кажучи про факти їх широкого використання у харчовій індустрії. Аналіз літературних даних за останні 10 років морських аналогів дослідним, молюсків роду Mytilus виду Mytilus galloprovincialis акваторії Чорного моря, також не дав результатів. Тому проведено самостійне дослідження їх фізико-хімічний складу та терміну дорощування, що б дало змогу порівняти дані та зробити відповідні висновки.

Основні проблеми, що стоять перед забезпеченням населення якісним та безпечним повноцінним харчовим білком, це технології вирощування тварин, що

© М. П. Головко, Т. М. Головко, А. О. Геліх, 2015

включають в себе виробничі операції, які є небезпечними для здоров'я людей. Дані по не безпечним факторам тваринництва наведені в табл. 1 [1]. Перспективна технологія вирощування прісноводних молюсків роду Anodonta, не передбачає використання небезпечних для здоров'я людини технологічних операцій [3]. У подальших дослідженнях планується оцінити можливість збиральництва молюсків в незабруднених річках України.

Таблиця 1

Фактори, що впливають на безпечність виробництва сировини, що містить повноцінний білок

Назва сировини для виробництва н/ф	Використання ферментів, лікарських препаратів та антиоксидантів при вирощуванні	Використання синтетичних вітамінів та мінеральних добавок у комбікормах	Утримання тварин у штучних умова (спеціалізованих будівлях), що не є їхнім природним ареалом (повне або сезонне)
Свинина	+	+	+
Яловичина	+	+	+
Телятина	+	+	+
Курятина	+	+	+
Риба вирощена в умовах аквакультури	+	+	–
Кролятина	+	+	+
Молюски роду Anodonta	–	–	–

З табл. 1 можна зрозуміти, що молюски роду Anodonta є найбезпечнішими в плані технології виробництва.

Морські аналоги молюсків роду Anodonta в останній час відзначаються погіршенням хімічної та мікробіологічної безпеки, що зазначається в ряді іноземних наукових праць за 2013–2015 рік.

У морських молюсках вчені знаходять P. S. P. (Paralytic shellfish poison) токсини, що є шкідливими для людини та наявні в морських молюсках [4], поліциклічні ароматичні вуглеводні (група стійких забруднювачів навколишнього середовища, що є канцерогенними для здоров'я людини) [5], особливо це відзначається в регіонах близьких до гавані та міського стоку [6]. Вчені також визначають значну смертність морських молюсків при сильному, та пригнічення життєдіяльності при слабкому забрудненні води [7].

Якість та безпечність морських молюсків, як сировини для кулінарної продукції, знаходиться під загрозою, тому дослідження альтернативних морським, прісноводних молюсків, дозволить зберегти кулінарну культуру їх споживання та врятувати галузь конхіокультури (культивування двостулкових та черевоногих молюсків) від занепаду.

Для вирішення поставленої проблеми у статті вперше досліджено фізико–хімічні характеристики: вміст води, білків, жирів, вуглеводів та золи в двостулкових прісноводних молюсках роду Anodonta (далі молюски роду Anodonta) та двостулкових молюсках роду Mytilus виду Mytilus galloprovincialis (далі молюсках роду Mytilus), що порівнюються між собою. Для білків двох видів досліджуваних зразків визначено амінокислотний склад м'якого тіла та розраховано амінокислотний скор та коефіцієнти біологічної цінності білка, з послідуючим їх порівнянням.

3. Цілі та задачі досліджень

Ціллю дослідження є визначення фізико–хімічного складу та терміну дорощування молюсків роду Anodonta та порівняння з морськими аналогами, молюсками роду Mytilus виду Mytilus galloprovincialis, задля визначення доцільності використання прісноводних молюсків в технології харчування. Для досягнення поставлених цілей вирішувалися задачі:

– дослідити проміжок часу, за який молюски роду Anodonta досягають розмірів від 1 см до 9–11 см у штучних умовах (вирощування у садку), та дослідити проміжок часу, за який молюски роду Mytilus виду Mytilus galloprovincialis досягають розмірів від 1 см до 6,5–8 см у штучних умовах (вирощування в акваріумі), задля порівняння вмісту м'якоті в одній особині враховуючи часові характеристики;

– дослідити середнє значення вмісту білка в дорослих особинах, що досягли товарних розмірів, молюсків роду Anodonta та порівняти їх з молюсками роду Mytilus з розрахунку на одну особину за допомогою t – критерію, побудувавши діаграму розмаху;

– визначити відношення маси м'якоті до маси молюска без внутрішньостулкової рідини у молюсків роду Anodonta та порівняти з цими ж характеристиками молюсків роду Mytilus, використовуючи t – критерій та діаграму розмаху;

– визначити середнє значення вмісту білка та середню похибку, використовуючи 4 дослідні паралелі та методи мультирегресії (описової статистики ms office excel) в молюсках роду Anodonta та порівняти з молюсками роду Mytilus за допомогою табличних та графічних методів;

– визначити амінокислотний скор, коефіцієнт утилітарності, коефіцієнт раціональності амінокислотного складу, коефіцієнт відмінності амінокислотного скору, потенційну біологічну цінність харчового білка в молюсках роду Anodonta та Mytilus та порівняти отримані значення за допомогою табличних та графічних методів.

4. Матеріали та методи досліджень

Матеріалом для досліджень було м'яке тіло (мантія, мускул–замикач, бісус та статеві залози) молюсків роду Anodonta, що були виловлені біля берегів річки Десна Сумської області та Mytilus виду Mytilus galloprovincialis, виловлених в акваторії Чорного моря біля міста Іллічівськ Одеської області (глибина вилову морських молюсків 6–8 метрів) у травні 2015 року. Відбір проб для аналізу проводили згідно з методикою ГОСТ 7631 – 2008.

Масовий склад молюсків визначали згідно з загальноприйнятими методиками (зважували молюск зі стулками, тонким ножем проходили між стулками

і розрізали мускул–замикач, надрізали мантію та випускали міжстулкову рідину, далі відділяли неїстівну частину (шлунок, кішківник, зябра). Шляхом зважування визначали масу цілого молюска та кожної окремої частини.

Загальний хімічний склад визначали стандартними методиками: вміст води згідно ДСТУ ISO 6496:2005, вміст золи згідно з ДСТУ ISO 5984 – 2004, загальний вміст нітрогену згідно з ДСТУ ISO 5983 – 2003, жир сирий визначали згідно ДСТУ ISO 6492: 2003. Перерахунок на чистий протеїн проводили шляхом множення на коефіцієнт перерахунку азоту на сирий протеїн для даної групи продукту по методикам указаним у ГОСТ 766–85.

Амінокислотний склад продукту досліджували згідно рекомендаціям ISO 13903: 2005 на амінокислотному аналізаторі марки ААА – 339М.

Амінокислотний скор (АКС) кожної незамінної амінокислоти розрахований в залежності з рекомендаціями шкали ФАО/ВОЗ, що прийнята для класифікації білка за формулою:

$$C_j=(AK_j/AK_c)\times 100\ \%, \quad (1)$$

де C_j – амінокислотний скор j-й амінокислоти білка, %; $АК_j$ – вміст незамінної амінокислоти в 1 г білка м'яса молюска, мг/г білка; $АК_C$ – вміст незамінної амінокислоти в 1 г еталонного білка, мг/г еталонного білка.

Коефіцієнт утилітарності (a_j) для оцінки біологічної цінності білків м'якого тіла молюсків роду Anodonta та молюсків роду Mytilus виду Mytilus galloprovincialis був розрахований за формулою:

$$a_j=C_{min}/C_j, \quad (2)$$

де C_{min} – мінімальний амінокислотний скор; C_j – амінокислотний скор j–ї незамінної амінокислоти.

Середнє значення коефіцієнта утилітарності (A_j):

$$A_j=\sum a_j/n. \quad (3)$$

Коефіцієнт раціональності амінокислотного складу (R_c) розрахований за формулою:

$$R_c=(C_{min}\times\sum AK_c)/\sum AK_j, \quad (4)$$

де C_{min} – мінімальний амінокислотний скор; $АК_c$ – вміст незамінної амінокислоти в 1 г еталонного білка, мг/г; $АК_j$ – вміст незамінної амінокислоти в 1 г білка молюска, мг/г білка.

Коефіцієнт відмінності амінокислотного скору (КВАС) розраховували по формулі:

$$КВАС=\sum ΔВАС/n, \quad (5)$$

де n — число незамінних амінокислот; ΔВАС — відмінність амінокислотного скору для кожної незамінної амінокислоти, яке визначали по формулі:

$$ΔВАС=C_j-C_{min}, \quad (6)$$

де C_j — скор j–ї незамінної амінокислоти оцінюваного білка стосовно фізіологічної норми (еталону); C_{min} — мінімальний скор незамінної амінокислоти оцінюваного білка стосовно фізіологічної норми (еталону).

Потенційну біологічну цінність харчового білка (ПБЦ) визначали по формулі:

$$ПБЦ=100-КВАС. \quad (7)$$

5. Результати досліджень якісного та кількісного складу білка в молюсках роду Anodonta

Для визначення терміну дорощування, необхідно було дослідити значення середніх об'ємних показників у дорослих особин. Тому було відібрано по 50 зразків молюсків роду Anodonta та Mytilus. Відбір проб здійснювався в тих же місцях та згідно методик, що й для фізико-хімічних досліджень. Дорощування – це технологічна операція культивування молюсків, під час якої відбувається переміщення молюсків з інкубаторів (середня довжина особин – 1 см) до водойм, для досягнення ними товарних розмірів (середніх об'ємних показників дорослих особин), тому основною задачею було їх визначення. Дослідження показали, що більшість особин (≥90 %) молюсків роду Anodonta мала довжину від 9 до 11 см, а молюсків роду Mytilus від 6,5 до 8 см. Ці показники довжини були зафіксовані як кінцеві (товарні розміри) для промислового вилову та розробки технологій вирощування.

Для дослідження часу дорощування було відібрано по 50 зразків молюсків роду Anodonta та Mytilus, середня довжина яких складала 1 см. Після цього проводилося вирощування в штучних умовах до досягнення довжини 9 і більше сантиметрів всією вибіркою, для молюсків роду Anodonta, та 6,5 і більше сантиметрів, для молюсків роду Mytilus. Вихідні дані та результати досліджень наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати досліджень дорощування молюсків

Рід молюсків	Кількість зразків середньою довжиною 1 см, шт.	Термін вирощування до зафіксованих показників, днів	Середній термін вирощування до зафіксованих показників, місяців
Anodonta (вирощування в садку)	50	296	≈10
Mytilus виду Mytilus galloprovincialis (вирощування в акваріумі)	50	288	≈10

Дані табл. 2 необхідні для розуміння співвідношення кількості білка в одній особині згідно часової складової. Оскільки термін вирощування морських молюсків роду Mytilus менший на 3 % від молюсків роду Anodonta, то було вирішено знехтувати цією різницею, рахуючи її як допустиму похибку досліджень. Така низька розбіжність також говорить про правильний вибір кінцевих об'ємних параметрів перед початком дорощування, під останнім розуміється термін необхідний для досягнення зафіксованих об'ємних параметрів (довжина 9–11 см для Anodonta та 6,5–8 см для Mytilus) молюсками розміром ≈1 см.

Кількість зразків, що піддавалися морфологічному аналізу, складає 20 екземплярів кожного з двох видів молюсків. Проведені дослідження середніх значень довжини та маси окремих частин зразків представлені у табл. 3.

Таблиця 3

Порівняльна таблиця розмірно-масового складу молюсків роду Anodonta та молюсків роду Mytilus

№ зразка	Загальна маса без міжстулкової рідини, г		Маса стулок, г		Маса м'якоті, г		Доля м'якоті у загальній масі без міжстулкової рідини, %	
	Anodonta	Mytilus	Anodonta	Mytilus	Anodonta	Mytilus	Anodonta	Mytilus
1	41	15	21	10	20	5	48,78	33,33
2	39	16	21	11	18	5	46,15	31,25
3	24	16	13	11	11	5	45,83	31,25
4	46	19	24	14	22	5	47,83	26,32
5	34	19	20	13	14	6	41,18	31,58
6	25	15	13	10	12	5	48,00	33,33
7	37	25	21	16	16	9	43,24	36,00
8	60	15	36	10	24	5	40,00	33,33
9	51	17	26	13	25	4	49,02	23,53
10	23	20	11	14	12	6	52,17	30,00
11	44	26	18	17	26	9	59,09	34,62
12	22	18	12	11	10	7	45,45	38,89
13	59	14	33	10	26	4	44,07	28,57
14	29	16	16	13	13	3	44,83	18,75
15	46	19	25	13	21	6	45,65	31,58
16	40	15	24	10	16	5	40,00	33,33
17	37	17	20	11	17	6	45,95	35,29
18	35	18	20	12	15	6	42,86	33,33
19	28	16	15	12	13	4	46,43	25,00
20	27	15	16	11	11	4	40,74	26,67

За даними табл. 3 було проаналізовано вміст м'якоті в одній особині згідно зафіксованих параметрів дорощування з табл. 2, та долю м'якого тіла від загальної маси молюсків без внутрішньостулкової рідини, що відображено на рис. 1 та 2 відповідно.

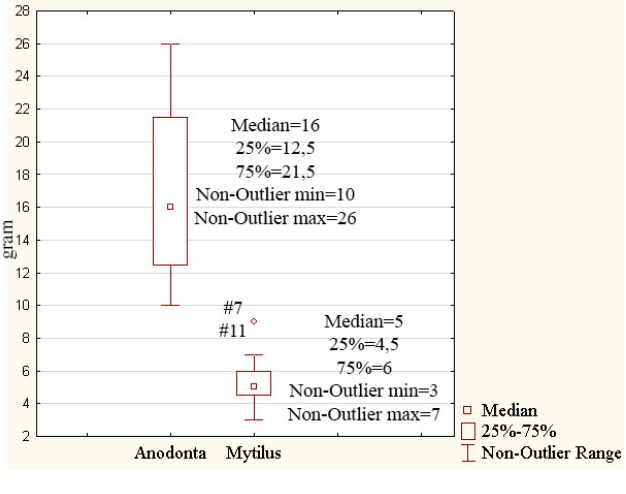

Рис. 1. Порівняльна діаграма розмаху вмісту м'якого тіла у молюсків роду Anodonta та Mytilus, термін дорощування яких складає 10 місяців

Із даних рис. 1 можемо зробити висновок, що прісноводні молюски роду Anodonta мають значно вищий вихід м'якого тіла, ніж їх морські аналоги молюски роду Mytilus, що 3,2 рази більший. Це є важливим показником для обґрунтування виробництва із них фаршевих виробів та використання їх як компоненту рибних паст, ковбас, виробництва із них рибних снеків, сухих білкових концентратів та іншої кулінарної продукції.

З рис. 2 можна зробити висновок, що прісноводні двостулкові молюски роду Anodonta та молюски роду Mytilus є гідробіонтами з високим виходом м'якого тіла (45,74 % та 31,58 %, відповідно). Вихід м'якого тіла у прісноводних молюсків на 30,9 % більший ніж у морських.

Для вивчення харчової цінності прісноводних молюсків роду Anodonta досліджено хімічний склад м'якого тіла (мантія, мускул–замикач, бісус та статеві залози). Цінність гідробіонтів, в тому числі прісноводних, як продукту харчування, визначається в першу чергу наявністю в їхньому складі великої кількості повноцінних білків, що містять усі життєво необхідні (ессенціальні) амінокислоти. Велику роль відіграють також присутні в гідробіонтах інші харчові поживні речовини – ліпіди та мінеральні речовини.

Проведено дослідження загального фізико-хімічного складу молюсків роду Anodonta й молюсків роду Mytilus (табл. 4). У табл. 4 зазначено рівень довіри середнього (P) та кількість паралелей (n), також її дані представлено графічно на рис. 5. Визначення стандартної похибки та середніх значень проводилося за допомогою мультирегресії (описової статистики в середовищі MS Office Excel).

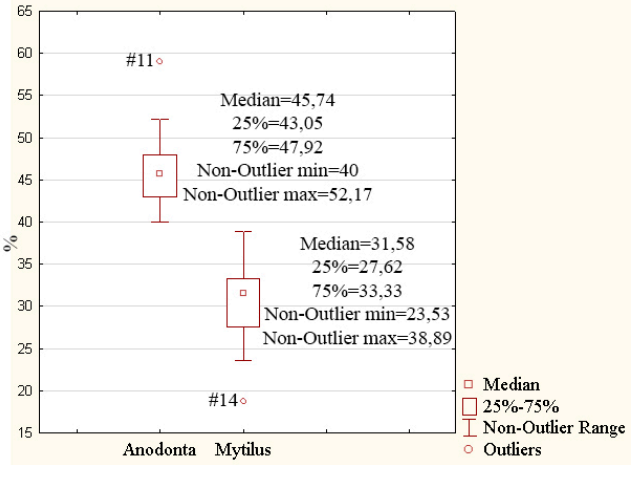

Рис. 2. Порівняльна діаграма розмаху долі м'якого тіла від загальної маси молюсків без внутрішньостулкової рідини роду Anodonta та Mytilus

Дані рис. 3 показують, що прісноводні двостулкові молюски роду Anodonta містять загального протеїну на 27,8 % менше ніж молюски роду Mytilus. По вмісту білка вони відносяться до середньобілкових гідробіонтів. Вміст ліпідів на абсолютно суху речовину у

них має незначну розбіжність і становить 5,38 % – для молюсків роду Anodonta та 5,56 % – для молюсків роду Mytilus, тобто в прісноводних молюсків на 3,2 % менше жиру сирого. По даним цього показника прісноводні двостулкові молюски роду Anodonta й молюски роду Mytilus відносяться до гідробіонтів з низьким вмістом жиру [8]. Характерною рисою ліпідів гідробіонтів є перевага в їхньому складі ненасичених жирних кислот і наявність серед них лабільних поліненасичених із чотирма-шістьма подвійними зв'язками, що виявляють великий вплив на терміни зберігання одержуваної кулінарної продукції [9].

Таблиця 4

Фізико-хімічний склад (%) м'якого тіла молюсків роду Anodonta і Mytilus з зазначенням стандартної похибки P≥95 %, n=4

Найменування показника	Прісноводні двостулкові молюски роду Anodonta		Молюски роду Mytilus	
	На натуральну величину, %	На абсолютно суху речовину, %	На натуральну величину, %	На абсолютно суху речовину, %
Волога, %	78,63±0,18	0	79,97±0,08	0
Суха речовина, %	21,38±0,18	100±0,00	20,03±0,08	100±0,00
Зола, %	2,03±0,04	9,51±0,17	2,28±0,02	11,39±0,1
Жир сирий, %	1,15±0,04	5,38±0,18	1,12±0,01	5,56±0,05
Нітроген загальний, %	1,307±0,02	6,113±0,05	1,809±0,02	9,029±0,08
Загальний протеїн, %	8,17±0,11	38,22±0,33	11,31±0,12	56,44±0,49
Клітковина сира, %	0,20±0,003	0,95±0,01	0	0
Безазотисті екстрактивні речовини, %	9,82±0,12	45,94±0,41	5,33±0,11	26,6±0,51

Рис. 3. Порівняльна характеристика фізико-хімічного складу молюсків роду Anodonta й Mytilus на натуральну величину суху речовину

У табл. 5 та 6 представлений амінокислотний склад білків м'якого тіла двостулкових молюсків роду Anodonta й молюсків роду Mytilus.

За даними табл. 5 можна визначити, що лімітуючою амінокислотою є фенілаланін, а найменший коефіцієнт утилітарності у лізина, тобто він найменше засвоїться організмом у процентному відношенні лише 44 % від загальної його кількості, що обумовлюється кількістю лімітуючої амінокислоти.

Таблиця 5

Амінокислотний склад (А, мг на 1 г білка) та амінокислотний скор (АС, %) білків м'якого тіла двостулкових прісноводних молюсків роду Anodonta

Амінокислота	Довідкова шкала ФАО/ВОЗ еталонного білка	Прісноводні двостулкові молюски роду Anodonta			
	Вміст амінокислоти, мг/г	Вміст амінокислоти, мг/г	Амінокислотний скор (АС), % (1)	Коефіцієнт утилітарності (a_j) (2)	Відмінність амінокислотного скору (ΔВАС) (6)
Лізин	55	65	118,00	0,44	66,00
Ізолейцин	44	38	86,00	0,60	34,00
Лейцин	70	61	87,00	0,60	35,00
Валін	50	38	76,00	0,68	24,00
Метионін	35	20	57,00	0,91	5,00
Треонін	40	37	93,00	0,56	41,00
Триптофан	10	9	90,00	0,58	38,00
Фенілаланін	60	31	52,00	1,00	0,00

Таблиця 6

Амінокислотний склад (А, мг на 1 г білка) та амінокислотний скор (АС, %) білків м'якого тіла молюсків роду Mytilus

Амінокислота	Довідкова шкала ФАО/ВОЗ еталонного білка	Двостулкові молюски роду Mytilus			
	Вміст амінокислоти, мг/г	Вміст амінокислоти, мг/г	Амінокислотний скор, % (1)	Коефіцієнт утилітарності (a_j) (2)	Відмінність амінокислотного скору (ΔВАС) (6)
Лізин	55	89	162,00	0,44	90,00
Ізолейцин	44	52	118,00	0,61	46,00
Лейцин	70	84	120,00	0,60	48,00
Валін	50	52	104,00	0,69	32,00
Метионін	35	27	77,00	0,94	5,00
Треонін	40	51	128,00	0,56	56,00
Триптофан	10	13	130,00	0,55	58,00
Фенілаланін	60	43	72,00	1,00	0,00

За даними табл. 6 можна визначити, що лімітуючою амінокислотою є фенілаланін, а найменший коефіці-

єнт утилітарності у лізина, тобто він найменше засвоїться організмом у процентному відношенні лише 44 % від загальної його кількості, що обумовлюється кількістю лімітуючої амінокислоти. Дані по лімітуючій амінокислоті та найменшому коефіцієнті утилітарності у молюсків роду Mytilus співпадають з аналогічними показниками у молюсків роду Anodonta, що відзначає спорідненість родів.

Дослідження амінокислотного скору білків м'якого тіла молюсків роду Anodonta та Mytilus свідчить про їхню досить високу біологічну цінність, для характеристики якої запропоновані додаткові показники (табл. 7), що враховують не тільки перелік і кількість незамінних амінокислот, але й ефективність їх використання в організмі людини. Дані табл. 7 графічно представлені на рис. 4.

Таблиця 7

Основні показники біологічної цінності білків м'якого тіла двостулкових прісноводних молюсків роду Anodonta та молюсків роду Mytilus

Рід мод люсків	КВАС, % (5)	ПБЦ, % (7)	Коефіцієнт раціональності амінокислотного складу (R_c) (4)	Середнє значення коефіцієнта утилітарності (A_j) (3)
Anodonta	30,38	69,625	63,30	0,73
Mytilus	41,875	58,125	63,77	0,71

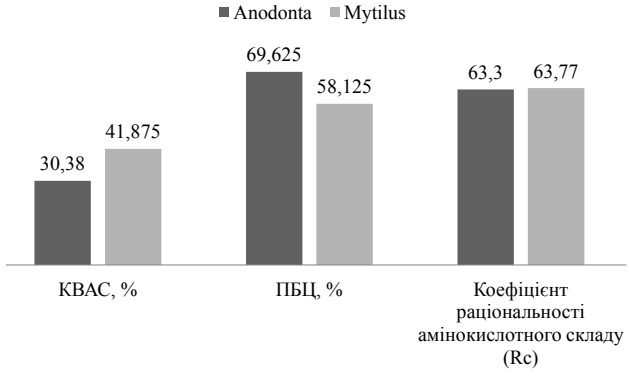

Рис. 4. Основні показники біологічної цінності білків м'якого тіла двостулкових прісноводних молюсків роду Anodonta та молюсків роду Mytilus

З даних рис. 4 можна зробити висновок, що КВАС (коефіцієнт відмінності амінокислотного скору, який показує частку надлишкових амінокислот) для прісноводних молюсків роду Anodonta 30,38 %, для молюсків роду Mytilus – 41,875 %. Потенційна біологічна цінність молюсків роду Anodonta становить 69,625 %, молюсків роду Mytilus 58,125 %. Середнє значення коефіцієнту утилітарності (A_j), що показує ефективність засвоєння амінокислот з білків, для молюсків роду Anodonta 0,73, молюсків роду Mytilus – 0,71 (табл. 7).

Коефіцієнт раціональності амінокислотного складу (R_c), що чисельно характеризує збалансованість незамінних амінокислот по відношенню до еталонного білка, для молюсків роду Anodonta 63,30; молюсків роду Mytilus – 63,77.

6. Обговорення результатів досліджень якісного та кількісного складу білка в молюсках роду Anodonta

Проведені фізико–хімічні дослідження м'якого тіла молюсків роду Anodonta та Mytilus були порівняні між собою та проаналізовані. Дані види молюсків містять усі основні нутрієнти, такі як: білки, жири, вуглеводи та мінеральні речовини. Окрім цього, важливим являється той факт, що білки м'якого тіла молюсків роду Anodonta – повноцінні по вмісту всіх незамінних амінокислот. Особливе значення незамінних амінокислот обумовлено тим, що вони не синтезуються організмом, а їх дефіцит впливає на регенерацію білка. Організм людини використовує білок для біосинтезу в межах лімітуючої амінокислоти, а весь надлишок незадіяних у пластичних процесах есенційних речовин є джерелом неспецифічного азоту, тобто іде на енергетичні потреби організму [10].

Основним показником збалансованості амінокислотного складу є його потенційна біологічна цінність. Для молюсків роду Anodonta ПБЦ складає 69,625. Це свідчить про високу біологічну цінність і здатність білка приймати участь як у пластичному, так і у енергетичному обміні.

Чисельною характеристикою збалансованості амінокислот білка м'якого тіла молюсків роду Anodonta та раціональність їх використання організмом людини є коефіцієнт утилітарності. Значення, отримане в процесі розрахунків, свідчить про високу збалансованість амінокислот щодо еталону.

7. Висновки

Визначено, що середні проміжки часу, необхідні молюскам довжиною 1 см для досягнення довжини 9–11 см, у молюсків роду Anodonta, та 6,5–8 см, у молюсків роду Mytilus виду Mytilus galloprovincialis, в умовах штучного розведення складає в середньому 10 місяців для обох зразків. Різниця між першими і останніми склала 3 %, що було визначено як стандартна похибка досліджень, і не враховувалося в подальших розрахунках.

Визначено, що середнє значення вмісту білка в дорослих особинах (термін життєдіяльності яких складає 10 місяців) молюсків роду Anodonta складає 16 г та в молюсках роду Mytilus 5 г, з розрахунку на одну особину за допомогою t-критерію побудовано діаграму розмаху. Тобто враховуючи часові характеристики вирощування, молюски роду Anodonta нарощують в 3,2 рази більше м'якого тіла, ніж молюски роду Mytilus. Це пов'язано з наявністю ноги та більшою енергією росту в молюсків роду Anodonta.

Визначено відношення маси м'якоті до маси молюска без внутрішньостулкової рідини у молюсків роду Anodonta, що складає 45,74 %, та порівняти з цими ж характеристика у молюсків роду Mytilus, що складає 31,58 %, використовуючи t–критерій та діаграму розмаху. Отже загальна доля їстівної части у молюсків роду Anodonta на 14,16 % більше ніж у молюсків роду Mytilus виду Mytilus galloprovincialis.

Визначено середнє значення білка та середню похибку досліджень використовуючи 4 дослідні па-

ралелі та методи мультирегресії (описової статистики в середовищі ms office excel) в молюсках роду Anodonta та порівняно з молюсками роду Mytilus за допомогою табличних та графічних методів. Вміст білка в молюсках роду Anodonta на 27,8 % менше з перерахунку на 1 г м'якоті, але якщо врахувати, що прісноводні молюски нарощують в 3,2 рази більше м'якоті за той же час дорощування (10 місяців) то в контексті виробництва воно є більш цінним об'єктом для конхіокультури та виробництва кулінарної продукції.

Визначено, амінокислотний скор кожної незамінної амінокислоти, в коефіцієнт утилітарності, коефіцієнт раціональності амінокислотного складу, коефіцієнт відмінності амінокислотного скору для молюсків роду Anodonta та Mytilus і порівняно значення за допомогою табличних та графічних методів. Всі ці показники зводяться в одну загальну характеристику: потенційну біологічну цінність харчового білка, що в молюсках роду Anodonta складає 69,625 % та у молюсках роду Mytilus 58,125 %, тобто у прісноводних молюсків ПБЦ вище на 16,5 %.

Література

1. Бусенко, О. Т. Технологія виробництва продукції тваринництва: Підручник [Текст] / О. Т. Бусенко, В. Д. Столюк, О. Й. Могильний та ін.; за ред. О.Т . Бусенка. – К.: Вища освіта, 2005. – 496 с.
2. Клименко, В .Г. Загальна гідрологія [Текст]: навч. пос. / В. Г. Клименко; за ред. В. Д. Андрієнка. – Харків, ХНУ, 2008. – 144 с.
3. Геліх, А. О. Можливі шляхи промислового вирощування двійчастих прісноводних молюсків роду Anodonta для ресторанного господарства [Текст] / А. О. Геліх, М. П. Головко, Т. М. Головко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2013. – Вип. 1 (17). – С. 3–9.
4. Virgilio, S. Presence of P.S.P. toxins (paralytic shellfish poison) in mussels of Sardinia and non–conformity management [Text] / S. Virgilio, G. Lorenzoni, E. Marongiu, T. Tedde, G. Terrosu, G. Campus et. al. // Italian Journal of Food Safety. – 2013. – Vol. 1, Issue 8. – P. 71–75. doi: 10.4081/ijfs.2010.8.71
5. Cerqueira, A. A. Priscila Mendonça de Andrade Evaluation of new cleaning processes for quantification of pyrene in samples of mussels [Electronic resource] / A. A. Cerqueira, M. R. da Costa Marques, S. P. L. de Souza. – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UERJ, 2013. – Available at: http://www.bdtd.uerj.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=5944
6. Okay, O. S. Micro–organic pollutants and biological response of mussels in marinas and ship building/breaking yards in Turkey [Text] / O. S. Okay, B. Karacık, A. Güngördü, M. Ozmen, A. Yılmaz, N. C. Koyunbaba et. al. // Science of The Total Environment. – 2014. – Vol. 496. – P. 165–178. doi: 10.1016/j.scitotenv.2014.07.035
7. Dimitrios, D. Waste mill and biological effects on tissues of the mussel Mytilus galloprovincialis [Electronic resource] / D. Dimitrios, D. Stefanos. – University of Patras: Nemertes, 2013. – Available at: http://hdl.handle.net/10889/6109
8. Купина, Н. М. Особенности химического состава и гистологического строения мышечной ткани двустворчатого моллюска Anadara broughtoni [Текст] / Н. М. Купина, А. А. Зюзьгина, И. Ю. Долматов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 8. – С. 90–93.
9. Киселев, В. В. Технохимическая характеристика некоторых видов двустворчатых моллюсков [Текст]: тез. докл. Всерос. конф. мол. ученых / В. В. Киселев, Н. М. Купина. – Мурманск, 2002. – С. 94–96.
10. Рогов, И. А. Химия Пищи [Текст]: учебник / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко – М.: Колос С, 2007. – 853 с.