

УДК 599.731.1:591.175:[547.495.9]

ВМІСТ КРЕАТИНІНУ В М'ЯЗАХ СВИНЕЙ РІЗНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ

О. Ю. Канюка¹, О. І. Цебржинський²
ekanyuka@mail.ru

¹Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН
Шведська Могила, 1, м. Полтава, 36013, Україна, pigbreeding@ukr.net

²Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, 36003, Україна

Креатинін входить до числа речовин, які обумовлюють аромат та смак м'ясних продуктів. Літературні дані репрезентують різні величини креатиніну у м'язах тварин. Це обумовлено застосуванням різних методів, систем одиниць та різного пробовідбору. Тому для уніфікації, було визначено вміст креатиніну в мкмоль/кг маси м'яза парної туші. Метою наших досліджень було з'ясувати рівень креатиніну в м'язах свиней породи ландрас та велика біла (кастрати). Дослідні зразки відбирали від м'язів парних туш свиней: напівперетинчастий м'яз (окіст), найдовший м'яз спини (НМС), вентральо-зубчатий м'яз (шия), прямий м'яз живота (підчеревина), реберна частина діафрагми (діафрагма), трапецієподібний м'яз (спина). Креатинін визначали за реакцією Яффе з пікриновою кислотою в лужному середовищі. Рівень креатиніну у м'язах свиней знаходиться в межах 2,4–3,9 ммоль/кг. Однаковий високий вміст креатиніну мають м'язи — напівперетинчастий м'яз та найдовший м'яз спини. Найменше у шийній частині (вентральо зубчатий м'яз). При зміні будь-якого фактору зменшення мінливості величини креатиніну будемо спостерігати в такому порядку: діафрагма → шия → підчеревина → НМС → спина → окіст.

Встановлені довірчі інтервали (95 %) для величини креатиніну в досліджуваних м'язах. Вірогідної різниці за критерієм Манна-Уїтні між більшістю м'язів не має, але шийний м'яз суттєво відрізняється від інших. Встановлено кореляційні зв'язки в наступних випадках: окіст–діафрагма $r_s = -0,658$ ($p \leq 0,05$), окіст–спина $r_s = 0,667$ ($p \leq 0,05$), діафрагма–спина $r_s = -0,833$ ($p \leq 0,01$). Рівень креатиніну в однойменних м'язах свиней порід ландрас та велика біла був порівняно однаковий, відмінності спостерігалися тільки у діафрагмі. Фактор породи впливає не на всі м'язи свиней (різниця між окостом ($p \leq 0,05$), діафрагмою та спиною ($p \leq 0,01$)). Фактор ваги (в межах 96–112 кг) не впливає на рівень креатиніну в м'язовій тканині свиней.

Ключові слова: КРЕАТИНІН, М'ЯЗОВА ТКАНИНА, СВИНІ, НАПІВПЕРЕТИНЧАСТИЙ М'ЯЗ (ОКІСТ), НАЙДОВШИЙ М'ЯЗ СПИНИ (НМС), ВЕНТРАЛЬНО-ЗУБЧАТИЙ М'ЯЗ (ШИЯ), ПРЯМИЙ М'ЯЗ ЖИВОТА (ПІДЧЕРЕВИНА), РЕБЕРНА ЧАСТИНА ДІАФРАГМИ (ДІАФРАГМА), ТРАПЕЦІЄПОДІБНИЙ М'ЯЗ (СПИНА)

CREATININE CONTENT IN PORCINE MUSCLES OF DIFFERENT LOCALIZATION

О. Kanyuka¹, О. Tsebrzhinsky²
ekanyuka@mail.ru

¹Institute of pig breeding and agroindustrial production The National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine Shvedska Mogila 1, Poltava, 36013, Ukraine, pigbreeding@ukr.net

²Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University Ostrogradsky St. 2, Poltava, Ukraine, 36003

*Creatinine belongs to the chemical substances that are responsible for flavor and taste of meat products. Information from literature represents different creatinine quantities in the muscles of animals. This is caused by the usage of diverse methods, units of measurement and varied sampling. Therefore, for the unification, creatinine content was determined in micromole per kilogram ($\mu\text{mol/kg}$) weight of muscle (mass) of steam carcass. The aim of the research was to determine the creatinine level in the muscles of the pigs of breeds Landrace and Large White (barrows). The samples were taken from the muscles of the porcine steam carcasses: in the *m. semimembranosus*, *m. longissimus dorsi*, *m. serratus ventralis*, the *m. rectus abdominis*, *pars costalis diafragmatis*, the *trapezius* muscle. Creatinine was determined by the Jaffe reaction with picric acid under alkaline condition. The creatinine level in the muscles of pigs is within the limits 2.4–3.9 $\mu\text{mol/kg}$. The same high level of creatinine have *m. semimembranosus* and *longissimus dorsi*. The least amount of the substance is in Neck (ventral *serratus* muscle). Changing any factor reducing variability of creatinine quantities will be observed in the following order: diaphragm $\rightarrow$ neck $\rightarrow$ belly $\rightarrow$*

longissimus $\rightarrow$ back $\rightarrow$ ham. The confidence interval (95 %) was set for creatinine quantity in the studied muscles. There is no significant difference by Mann-Whitney U-test among the majority of the muscles, but neck muscles are very different from the others. The correlation relations were detected in the following cases: ham–diaphragm $r_s = -0.658$ ($p \leq 0.05$), ham–beck $r_s = 0.667$ ($p \leq 0.05$), diaphragm–beck $r_s = -0.833$ ($p \leq 0.01$). Creatinine level in the corresponding muscles of pigs of breeds Landrace and Large White were close, except the diaphragm. The breed factor does not affect the all muscles of pigs (the difference between ham ($p \leq 0.05$), diaphragm and back ($p \leq 0.01$)). The live weight factor (within 96–112 kg) does not influence creatinine level in the muscle tissue of pigs.

Keywords: CREATININE, MUSCLE TISSUE, PIG, SEMIMEMBRANOSUS MUSCLE (HAM), LONGISSIMUS DORSI, M. SERRATUS VENTRALIS (NECK), THE M. RECTUS ABDOMINIS (BELLY), PARS COSTALIS DIAFRAGMATIS (DIAPHRAGM), THE TRAPEZIUS MUSCLE (BACK)

СОДЕРЖАНИЕ КРЕАТИНИНА В МЫШЦАХ СВИНЕЙ РАЗНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

Е. Ю. Канюка¹, О. И. Цебржинский²
ekanyuka@mail.ru

¹Институт свиноводства и агропромышленного производства НААН,
Шведская Могила, 1, г. Полтава, 36013, Украина, pigbreeding@ukr.net

²Полтавский национальный педагогический университет имени В. Г. Короленко
вул. Остроградського. 2, г. Полтава, 36003, Украина

Креатинин входит в число веществ, которые обуславливают аромат и вкус мясных продуктов. Литературные данные представляют разные величины креатинина в мышцах животных. Это обусловлено применением различных методов, систем единиц и разного пробоотбора. Поэтому для унификации, было определено содержание креатинина в мкмоль/кг массы мышцы парной туши. Целью наших исследований было выяснить уровень креатинина в мышцах свиней породы ландрас и крупная белая (кастраты). Опытные образцы отбирали от мышц парных туш свиней: полуперепончатая мышца (окорок), длинейшая мышца спины (НМС), вентрально-зубчатая мышца (шея),

прямая мышца живота (грудинка), реберная часть диафрагмы (диафрагма), трапецевидная мышца (спина). Креатинин определяли по реакции Яффе с пикриновой кислотой в щелочной среде. Уровень креатинина в мышцах свиней находится в пределах 2,4–3,9 ммоль/кг. Одинаковый высокий уровень креатинина имеют мышцы — полуперепончатая мышца и длинейшая мышца спины. Меньше всего в шейной части (вентрально зубчатая мышца). При изменении любого фактора уменьшение изменчивости величины креатинина будем наблюдать в следующем порядке: диафрагма $\rightarrow$ шея $\rightarrow$ грудинка $\rightarrow$ НМС $\rightarrow$ спина $\rightarrow$ окорок. Установлены достоверные интервалы

(95 %) для величини креатиніну в досліджуваних м'язах. Достовірної різниці по критерію Манна-Уитні между більшостю м'язів нет, но шейная м'язица существенно отличается от других. Нами были установлены корреляционные связи в следующих случаях: окорок–диафрагма $r_s = -0,658$ ($p \leq 0,05$), окорок–спина $r_s = 0,667$ ($p \leq 0,05$), диафрагма–спина $r_s = -0,833$ ($p \leq 0,01$). Уровень креатиніну в одноименных м'язах свиной пород ландрас и крупная белая был сравнительно одинаковий, отличие наблюдались только у диафрагмы. Фактор породы влияет не на все м'язи свиной (разница между окороком ($p \leq 0,05$), диафрагмой и спиной ($p \leq 0,01$)). Фактор живого веса (в пределах 96–112 кг) не влияет на уровень креатиніну в мышечной ткани свиной.

Ключевые слова: КРЕАТИНИН, МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ, СВИНЬИ, ПОЛУПЕРЕПОНЧАТАЯ МЫШЦА (ОКОРОК), ДЛИНЕЙШАЯ МЫШЦА СПИНЫ (НМС), ВЕНТРАЛЬНО-ЗУБЧАТАЯ МЫШЦА (ШЕЯ), ПРЯМАЯ МЫШЦА ЖИВОТА (ГРУДИНКА), РЕБЕРНАЯ ЧАСТЬ ДИАФРАГМЫ (ДИАФРАГМА), ТРАПЕЦИЕВИДНАЯ МЫШЦА (СПИНА)

Креатинін є кінцевим продуктом обміну креатину, який у вигляді креатин-фосфату депонує у м'язах енергію АТФ. Креатинін входить до числа речовин, які обумовлюють аромат та смак м'ясних продуктів [1–3], він надає м'ясу гіркий смак [3].

Досить розповсюдженим в аналітичній практиці є оцінка вмісту креатиніну в крові тварин, яка є індикатором зміни направленості

метаболических процесів у м'язовій тканині [4]. Слід відмітити, що креатинін легко фільтрується крізь стінки капілярів клубочка нефрона, але не реасорбується в ниркових канальцях. Виділення з сечею креатиніну також відносно постійне та пропорційне кількості (масі) м'язів.

Деякі дослідники встановили, що креатин плюс креатинін у м'язовій тканині є важливим компонентом для утворення мутагенності. Проте, в смаженому м'ясі концентрація креатиніну була змінною, з якою були пов'язані більшість мутагенів [5]. Креатинін та креатин є попередниками гетероциклічних амінів у м'ясі, які можуть утворюватися на поверхні м'яса під час варки за високих температур з застосуванням сухого тепла, наприклад, при жаренні або грилі [6]. За дослідженнями Reuterswärd A., Skog K., Jäqeerstad M. креатинін плюс креатин зразків м'яса, серця та язика биків були в межах 19–33 ммоль/г сирової тканини, а в печінці та нирках — близько 2 ммоль/г [5]. Поряд з гістидинвмісними дипептидами ансеріном та карнозіном, креатин та креатинін є найбільш перспективними біомаркерами м'язової тканини, які використовуються в харчовій промисловості [7].

Іспанськими дослідниками L. Moga, M. A. Sentandreu, F. Toldra [8] за допомогою гідрофільної хроматографії були встановлені межі рівня креатиніну у дозрілому (24 години після забою) м'ясі свиной, що складає в середньому 6 мкг/мл. Отримані ними дані вмісту креатиніну у різних м'язах свиной репрезентовані у таблиці 1.

Таблиця 1

Рівень креатиніну у різних м'язах свиной (n=4, за Moga L. и др., 2007)

М'яз	Метаболический тип	Рівень креатиніну, мкг%
Напівперетинчастий	Гліколітичний	9,06±0,18
Біцепс стегна	Гліколітичний	7,84±0,39
Великий сідничний	Гліколітичний	7,46±0,06
Найдовший м'яз спини	Гліколітичний	8,37±0,97
Середній сідничний	Проміжний	6,55±0,15
Трапецієподібний	Проміжний	5,46±0,33
Жувальний	Окисний	3,34±0,28

Результати дисперсійного аналізу показали, що тип м'яза суттєво впливає на вміст креатиніну у м'язі. Так, значну кількість цієї речовини мають м'язи з гліколітичним типом обміну, в порівнянні з м'язом окисного типу (7–9 мг% проти 3 мг%).

За даними Мора Л. та іншими [9] свиняча грудинка мала рівень креатиніну $5,71 \pm 0,34$ мг%, куряча грудка — $1,78 \pm 0,13$ мг%. З'ясовано також, що термін криозберігання зразків м'яса не впливає на рівень цього показника.

Літературні дані репрезентують різні величини креатиніну у м'язах тварин (межі варіювання більше ніж 1000 раз), дослідники проводили вивчення цього показника різними методами, в різних системах одиниць та при різному пробовідборі (з парних туш та дозрілих). Тому для уніфікації, було визначено вміст креатиніну в мкмоль/кг маси м'яза парної туші.

Метою наших досліджень було з'ясувати рівень креатиніну в м'язах

свиней породи ландрас та велика біла (кастрати).

Матеріали і методи

Дослідження проводили на свинях м'ясного напрямку продуктивності — велика біла порода (n=5) та ландрас (n=5). Дослідні зразки відбирали від 6 м'язів парних туш свиней в умовах забійного цеху підприємства «Таврійський бекон» ЗАТ «Фрідом Фарм Бекон» м. Херсон (табл. 2). Жива маса свиней знаходилась в межах 96–112 кг. Порівняння проводили між групами м'язів (n=10), між однойменними м'язами свиней двох порід та між однойменними м'язами свиней різних вагових груп. Були сформовані 2 групи свиней вагою 96–106 та 108–112 кг (у кожній групі по 5 тварин). У подальшому обговоренні матеріалів будемо використовувати для зручності терміни першої колонки таблиці 2.

Таблиця 2

М'язи, що були відібрані з тварин (n=10)

Місце відбору	Назва українська	Назва латиною
Окіст	напівперетинчастий м'яз	m. semimembranosus
Найдовший м'яз спини	найдовший м'яз спини	m. longissimus dorsi
Шия	вентральо-зубчатий м'яз	m. serratus ventralis
Підчеревина	прямий м'яз живота	m. rectus abdominis
Діафрагма	реберна частина діафрагми	pars costalis diafragmatis
Спина	трапецієподібний м'яз	m. trapezius (pars cervicalis)

Креатинін визначали за реакцією Яффе з пікриновою кислотою в лужному середовищі, з наступним вимірюванням інтенсивності забарвлення утвореного комплексу при довжині хвилі 490 нм за вітчизняним набором ТОВ НВП «Філісіт-Діагностика» для сироватки крові та сечі [10]. Наша модифікація полягала в отриманні гомогенату з 0,5 г м'язової тканини та 4,5 мл дистильованої води (розведення у 10 разів), з подальшим аналізом згідно з інструкцією для сироватки крові цього набору реактивів. У кінцевій розрахунковій формулі враховували розведення.

Отриманні варіаційні ряди перевіряли на наявність артефактів за формулою [11]. Відповідність досліджуваних даних нормальному розподілу перевіряли за критерієм Шипіро-Уїлка, адаптованого для малих вибірок [12]. Для кожного варіаційного ряду розраховували в розрахунковому середовищі табличного процесора Excel 2007 середнє значення (M), стандартну похибку (m), стандартне відхилення (S), коефіцієнт варіації (Cv), довірчий інтервал для середньої (ДИ), критерій достовірності середньої (t). Оцінювали різницю між вибірками за U-критерієм Манна-Уїтні

[13]. Силу та направленість кореляційних зв'язків між групами визначали за ранговою кореляцією Спірмена [14].

Результати й обговорення

У нашій роботі важливим було

дослідження величини креатиніну у різних м'язах туш свиней (60 зразків). Отримані результати вмісту досліджуваної речовини у м'язовій тканині свиней м'ясного напрямку продуктивності та статистичні параметри цього показника показано у таблиці 3.

Таблиця 3

Рівень креатиніну у різних м'язах свиней (n=10)

Показники	Окіст	НМС	Шия	Підчеревина	Діафрагма	Спина
M, мкмоль/кг	3916,9	3918,6	2437,4	3691,7	3393,7	3769,3
+m	45,48	111,59	155,63	184,44	414,06	76,18
±S	143,83	352,87	492,14	583,24	1309,38	240,90
Cv, %	3,7	9,0	20,2	15,8	38,6	6,4
ДІ	3827,7 – 4006,0	3699,8 – 4137,3	2132,4 – 2742,5	3330,3 – 4053,3	2582,1 – 4205,2	3620,0 – 3918,6
t=3, p≤0,001	86,1	35,1	15,7	20,0	8,2	49,5

З даних таблиці 3 видно, що величини лежать у межах 2,4–3,9 ммоль/кг. Нижчу величину має вентрально-зубчатий м'яз свиней 2437,4 мкмоль/кг. Однаковий високий вміст

креатиніну мають м'язи окіст та найдовший м'яз спини (рис. 1). Враховуючи те, що креатинін надає м'ясу гіркий смак, то така властивість буде меншою мірою присутня ший.

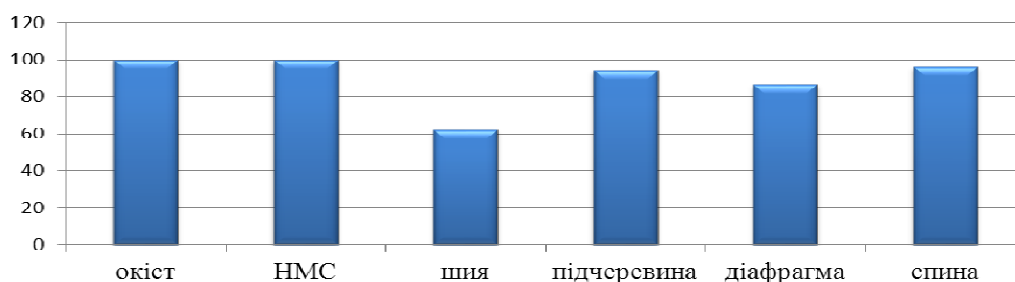


Рис. 1. Характеристика величини креатиніну у м'язах свиней відносно найдовшого м'яза спини прийнятого за 100 %

Якщо коефіцієнт варіації (Cv) менший 10 %, то вибірку вважають однорідною та слабо мінливою, якщо більший 15 %, то значно мінливою. За результатами отриманих даних можна сказати, що величина рівня креатиніну слабо змінюється при зміні факторів у м'язах окісту, НМС, спини, та суттєво реагує на зміни в м'язах ший, підчеревини та діафрагми. При зміні будь-якого фактору зменшення мінливості величини креатиніну будемо спостерігати в такому порядку: діафрагма → шия → підчеревина → НМС → спина → окіст.

Розраховано довірчий інтервал для 95 %, для кожного виду м'яза, тобто із 100 досліджень 95 повинні знаходитися в

межах цього діапазону.

Для більш точного визначення меж знаходження середнього арифметичного генеральної сукупності та визначення достовірності середньої арифметичної вибіркової сукупності розраховували критерій достовірності (t). За результатами розрахунків видно, що отримані показники вищі за t при p≤0,001. Це свідчить, що одержане середнє арифметичне рівня креатиніну для кожного виду м'язів має високу вірогідність.

Вірогідні результати аналізу показників креатиніну різних груп м'язів за критерієм Манна-Уїтні занесли до таблиці 4.

Таблиця 4

Вірогідні результати різниці величини креатиніну між групами м'язів

Порівняльні м'язи	Окіст–Шия	НМС–Шия	Підчеревина–Шия	Спина–Шия
U критерій	0	0,5	5,5	0,5
Рівень вірогідності	0,01	0,01	0,01	0,01

Як бачимо, вірогідної різниці між більшістю м'язів не має, але шийний м'яз суттєво відрізняється від інших. Також не спостерігалось суттєвої відмінностей від шийного м'яза та діафрагми. Це можна пояснити функціональним навантаженням на м'яз ший, та практично рівноцінним проходження енергетичних процесів.

Встановлено кореляційні зв'язки в наступних випадках. Окіст–діафрагма $r_s=-$

0,658 ($p \leq 0,05$) — обернено пропорційний, середньої сили зв'язок. Окіст–спина $r_s=0,667$ ($p \leq 0,05$) — прямо пропорційний, середньої сили зв'язок. Діафрагма–спина $r_s=-0,833$ ($p \leq 0,01$) — прямо пропорційний, сила зв'язку — сильна.

Вміст креатиніну в окремих м'язах свиней порід ландрас (Л) та велика біла (ВБ) має свої особливості, що показано у таблиці 5.

Таблиця 5

Характеристика величини креатиніну окремих м'язів свиней порід ландрас та велика біла

Показники	Порода	Окіст	НМС	Шия	Підчеревина	Діафрагма	Спина
M, мкмоль/кг	Л	3825,5	3948,5	2624,9	3498,5	4574,9	3619,9
M, мкмоль/кг	ВБ	4008,3	3888,6	2249,9	3884,9	2212,4	3918,8
m	Л	36,41	219,75	213,80	265,49	210,45	118,01
m	ВБ	61,69	85,39	213,78	252,83	171,86	31,96
S	Л	81,42	491,39	478,07	593,66	470,60	263,87
S	ВБ	137,94	190,95	478,03	565,35	384,30	71,46
t=3, $p \leq 0,001$	Л	105,05	17,96	12,28	13,18	21,74	30,67
t=3, $p \leq 0,001$	ВБ	64,97	45,54	10,52	15,36	12,87	122,62
U критерій		3	-	-	-	0	1
Рівень вірогідності		0,05	-	-	-	0,01	0,01

Таким чином, рівень креатиніну в однойменних м'язах свиней різних порід близький, окрім діафрагми, де показник у групі свиней породи ландрас в 2 рази більший за показник у аналогів великої білої породи. Отримані середні показники по кожному м'язу мають високий рівень достовірності.

Фактор породи впливає не на всі м'язи свиней. Зафіксовано різницю між окістом ($p \leq 0,05$), діафрагмою та спиною ($p \leq 0,01$). Хоча на перший погляд, величини креатиніну в окісті та спині суттєво не відрізняються. В інших групах м'язів вірогідної різниці не виявлено, можливо, треба дослідити це питання на більшій кількості тварин.

Встановлена сильна обернено пропорційна рангова кореляція Спірмена в одному випадку — шия $r_s=-0,925$, але вона

не досягає рівня вірогідності 0,05. За такої кількості тварин (5 голів) вірогідною кореляцією вважається коефіцієнт більший за 0,94.

Порівняння двох груп тварин з різною живою вагою показало, що фактор ваги (96–112 кг) не впливає на рівень креатиніну в м'язовій тканині свиней. Критерій Манна-Уїтні не показав вірогідних результатів у порівнянні двох зазначених груп. Рангова кореляція Спірмена в підчеревних м'язах знаходиться на рівні $r_s=-0,9$, а діафрагми — $r_s=-0,6$, проте ці показники не вірогідні.

Висновки

Рівень креатиніну у м'язах свиней знаходиться в межах 2,4–3,9 мкмоль/кг. Однаковий високий вміст креатиніну мають м'язи окіст та найдовший м'яз

спини. Найменше у шийній частині (вентрально зубчатий м'яз). При зміні будь-якого фактору зменшення мінливості величини креатиніну будемо спостерігати в такому порядку: діафрагма → шия → підчеревина → НМС → спина → окіст. Встановлені довірчі інтервали (95 %) для величини креатиніну в досліджуваних м'язах. Одержані середні арифметичні рівня креатиніну для кожного виду м'язів мають високу вірогідність.

Вірогідної різниці за критерієм Манна-Уїтні між більшістю м'язів не має, але шийний м'яз суттєво відрізняється від інших. Встановлено кореляційні зв'язки в наступних випадках: окіст-діафрагма $r_s = -0,658$ ($p \leq 0,05$), окіст-спина $r_s = 0,667$ ($p \leq 0,05$), діафрагма-спина $r_s = -0,833$ ($p \leq 0,01$). Був близький рівень креатиніну в однойменних м'язах свиней порід ландрас та велика біла, відмінності були тільки у діафрагмі. Фактор породи впливає не на всі м'язи свиней (різниця між окостом ($p \leq 0,05$), діафрагмою та спиною ($p \leq 0,01$)). Фактор ваги (в межах 96–112 кг) не впливає на рівень креатиніну в м'язовій тканині свиней.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується вивчення впливу креатиніну, що міститься в м'язовій тканині свиней, на здоров'я людини, зокрема кишково-шлунковий тракт. Адже відомо, що креатинін при різних видах приготування м'яса може утворювати гетероциклічні аміни (канцерогени). Розробка цієї проблеми буде проводитися спільно з University of the West of England (м. Брістоль, Англія).

1. Meskhi A. I. Biokhimiya myasa, myasoproduktov i ptitseproduktov [Biochemistry of meat, meat products and poultry products]. Moscow : light and food industries, 1984. p. 267 (in Russian).

2. Pavlovskij P. E., Palmin V. V. Biokhimiya myasa [Biochemistry of meat]. Moscow: food industries, 1975. p. 228 (in Russian).

3. Rogozhin V. V. Biokhimiya myshts i myasa [Biochemistry of muscle and meat]. SPb.: GIOR, 2006. pp. 49–50 (in Russian).

4. Rodina I. V. Azotistyj obmen i myasnaya produktivnost bychkov cherno-pestroj porody pri raznykh istochnikakh kormovogo belka v ratsione [Nitrogen metabolism and meat productivity of bulls black-and-white breed at different sources of feed protein in the diet]: avtoref. dis... kand. b. n.:

06.02.02. Borovsk, 2008. 18 p. (In Russian).

5. Reuterswärd A., Skog K., Jäqeerstad M. Mutagenicity of pan fried bovine tissues in relation to their content of creatine, creatinine, monosaccharides and free amino acids. *Food Chem. Toxicol.*, 1987, № 25 (10); oct., pp. 755–762.

6. Pais P., Salmon C. P., Knize M. G., Felton J. S. Formation of mutagenic / carcinogenic heterocyclic amines in dry-heated model systems meat, and meat drippings. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1999, № 47 (3), pp. 1098–1108.

7. Vostrikova N. L. K probleme vyyavleniya biomarkerov myshechnoj tkani v myasnykh produktakh [The problem of identifying biomarkers of muscle tissue in meat products]. *Sovremennye problemy fundamentalnykh i prikladnykh nauk: Materialy Vserossijskoj molodezhnoj nauchnoj konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (7–10 noyabrya 2011)* [Modern problems of fundamental and applied sciences: Proceedings of the All-Russian Youth Scientific Conference with international participation (7–10 November 2011)]. Kemerovo: Kuzbassvizardat, 2011. pp. 16–20 (in Russian).

8. Mora L., Sentandreu M. A., Toldra F. Hydrophilic chromatographic determination of carnosine, anserine, balenine, creatine and creatinine. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2007, № 55 (12), pp. 4664–4669.

9. Mora L., Sentandreu M. A., Toldra F. Contents of creatine, creatinine and carnosine in porcine muscles of different metabolic types. *Meat Science*, 2008, № 79, p. 709–715.

10. Nabori reaktiviv dlya doslidzhennya bilkovogo obminu. [The set of reagents for the research of protein exchange]. TU U 24.4-24607793-018-2003. № 2218/2003. TU U 24.4-24607793-018-2003. № state register. 2218/2003 (in Ukrainian).

11. Plokhinskij N. Biometriya [Biometrics]. Moscow, Publ. Moskovskogo univer., 1970. pp. 102–103 (in Russian).

12. Kriterij SHapiro-Uilka [Elektronnyj resurs] (10.03.2013): <http://www.nsu.ru/mmftvims/arkashov/calc/Stat/Shapiro/Shapiro.html>. (In Russian)

13. Avtomaticheskij raschet U-kriteriya Manna-Uitni [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa (10.03.2013): <http://www.psychol-ok.ru/statistics/mann-whitney>. [The automatic calculation of U-criterion of Manna-Uitni] [Electronic resource] – a regime of the admission (10.03.2013): <http://www.psychol-ok.ru/statistics/mann-whitney> (In Russian).

14. Raschet koefitsienta rangovoj korrelyatsii Spirmena [Calculation of Spearman's Rank Correlation], [Elektronnyj resurs] (10.03.2013): <http://www.psychol-ok.ru/statistics/spearman> (In Russian).