

ЛІПІДИ ТКАНИН БДЖІЛ І БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ МЕДУ ЗА ВНЕСЕННЯ ДО ЦУКРОВОГО СИРОПУ БОРОШНА СОЇ І ЦИТРАТИВ Со ТА Ni У ВЕСНЯНИЙ ПЕРІОД

Р. С. Федорук, д-р вет. наук, професор, членкор НААН,

А. Г. Пащенко, аспірант,

Л. І. Романів, м. н. с.,

Л. М. Ковальська, канд. с.-г. наук

Інститут біології тварин НААН
вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

Приведені результати досліджень впливу штучної підгодівлі бджіл цукровим сиропом з додаванням борошна з бобів сої, а також «наноаквацитратів» Со і Ni на вміст загальних ліпідів та їх фракцій у гомогенатах тканин організму і біологічну цінність меду. Показано вірогідне збільшення вмісту загальних ліпідів та етерифікованого холестеролу на тлі нижчого рівня фосфоліпідів, моно- диацилгліцеролів і НЕЖК у тканинах бджіл дослідних груп у період підгодівлі борошном сої та його поєднання з цитратами Со і Ni. У меді бджіл дослідних груп відзначено вищу концентрацію вільного проліну та водневих іонів.

Ключові слова: ЛІПІДИ, КЛАСИ ЛІПІДІВ, БДЖОЛИ, МЕД, БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ, ОРГАНІЗМ, ТКАНИНИ, СОСВЕ БОРОШНО, ЦИТРАТИ КОБАЛЬТУ І НІКЕЛЮ.

Важливою умовою життєдіяльності та розмноження бджіл є постійне забезпечення їх сімей пилком, що багатий на ліпіди, протеїн, мінеральні елементи, вітаміни. Доведено, що для нормального розвитку однієї личинки бджоли необхідно 125–185 мг перги [1, 2]. За умов недостатнього надходження пилку, як природного корму, бджоли витрачають метаболічні запаси власного тіла. Відомо, що за оптимальних умов живлення кожна бджола-годувальниця за період виконання цієї функції вигодовує у сім'ї не менше чотирьох личинок. Тоді як за дефіциту ліпідно-протеїно-мінерального живлення бджолої сім'ї кількість вигодовуваних личинок на одну бджолу – годувальницю зменшується у 10 – 15 разів [2, 3]. Відзначається пряма кореляція між споживанням бджолами цукрового сиропу і перги. Це зумовлює одночасне збільшення вмісту ліпідів, білка і мікроелементів в організмі, або їх зменшення за умов відсутності перги чи штучної білково-ліпідно-мінеральної підгодівлі [2–4]. Доведено, що дефіцит природного корму у вигляді пилку і перги, яка містить в оптимальних співвідношеннях ліпіди, протеїни, мінерали і вітаміни, спостерігається найчастіше у весняний період, а за несприятливих кліматичних умов – і влітку, що погіршує біологічну цінність та якість бджолої продукції [4, 5]. Найчастіше у ці періоди відзначається непропорційне надходження вуглеводів стосовно інших компонентів живлення бджіл, зокрема ліпідів і мікроелементів, що зумовлює їх дистрофічне виснаження і передчасне старіння організму та загибель [4–6]. Тому підгодівля бджіл тільки цукровим сиропом без ліпідно-протеїнових і мінеральних добавок у весняний період, коли розпочинається інтенсивне розмноження бджолиних сімей, завдає значної шкоди пасікам [3, 4, 6]. З метою недопущення таких втрат і зниження біологічної цінності продукції у практиці бджільництва у вказані критичні періоди використовується підгодівля бджолосімей заміниками перги, або її доповнювачами, у тому числі з введенням мікроелементів [2, 4, 5, 7]. Це підсилює нарощування сили сім'ї, життєздатність бджіл, попереджує виснаження їх організму та покращує біологічну цінність і якість продукції [7, 8]. Однак,

фізіолого-біохімічні механізми такого комплексного впливу компонентів підгодівлі на організм бджіл, у т. ч. на метаболізм ліпідів і мікроелементів у тканинах, а також біологічну цінність продукції, ще не з'ясовані [5, 7]. Зокрема, у літературі відсутні дані щодо біологічної дії цитратів Со і Ні, отриманих з використанням нанотехнології, на організм бджіл та якість їх продукції. Тоді як відомо, що використання мінеральних солей Cr, Со і Ні у підгодівлі підвищує життєздатність і продуктивність бджіл, ріст і розвиток кубла [5, 7, 8]. Додавання СоСІ₂ до цукрового сиропу збільшувало яйцекладку матки і кількість розплоду в сім'ях, спостерігалось підвищення чисельності гемоцитів у бджіл на всіх стадіях розвитку [8]. Тому метою досліджень було встановити особливості ліпідного складу тканин бджіл і біологічної цінності меду за роздільного і поєднаного введення до цукрового сиропу борошна сої та цитратів Со і Ні у період весняної підгодівлі.

Матеріали і методи. Дослідження проведено на пасіці с. Кореличі Перемишлянського району у весняний період з 28. 04. по 12. 05. 2014 року, на бджолиних сім'ях карпатської породи. Для проведення досліду було сформовано п'ять груп бджолиних сімей, по три в кожній. I група – контрольна, умови стаціонарного утримання з підгодівлею цукровим сиропом в кількості 500 мл бджолосім'ю / тиждень, II група – дослідна за аналогічних умов з підгодівлею 500 мл / тиждень / бджолосім'ю цукровим сиропом (60 %) і борошном натуральної сої (500 г), III група – за аналогічних умов другої групи з підгодівлею 500 мл / тиждень / бджолосім'ю цукровим сиропом (60%) і борошном натуральної сої (500 г) з додаванням «наноаквацитрату» кобальту в кількості 2 мг Со; IV група – за аналогічних умов II групи з підгодівлею цукровим сиропом і борошном натуральної сої з додаванням «наноаквацитрату» нікелю в кількості 1 мг Ні, V група – за аналогічних умов II групи з підгодівлею цукровим сиропом і борошном натуральної сої з додаванням цитратів кобальту в кількості 2 мг Со та Ні – 1 мг. Цитрати Кобальту та Нікелю отримували методом Косінова М. В., Каплуненка В. Г. (2009) з використанням нанотехнології.

Для біохімічних досліджень використовували зразки тканин від 30–40 бджіл з кожної бджолосім'ї і запечатаного стільникового меду. У гомогенатах тканин бджіл визначали вміст загальних ліпідів за методом Фолча та співвідношення їх класів з використанням силікагелевих пластин Sorbfil, що описано у довіднику [9]. Визначення фізико-хімічних показників меду проведено згідно ДСТУ 4497–2005.

Результати й обговорення. Результати досліджень вказують на вірогідні міжгрупові різниці вмісту як загальних ліпідів, так і їхніх окремих класів у гомогенатах тканин цілого організму бджіл (табл. 1).

Таблиця 1

Уміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їхніх класів у тканинах бджіл (M±m, n=3)

Класи ліпідів	Групи бджіл				
	К - I цукровий сироп	Д - II борошно сої + цукровий сироп	Д - III борошно сої + цукровий сироп + цитрат Со	Д - IV борошно сої + цукровий сироп + цитрат Ні	Д - V борошно сої + цукровий сироп + цитрати Со і Ні
ЗЛ, г%	2,83±0,14	3,53±0,11**	3,90±0,14**	3,70±0,11**	3,46±0,17*
ФЛ, %	34,05±0,41	34,23±0,26	27,56±0,27***	25,11±0,31***	25,05±0,23***
МДГ, %	14,23±0,30	14,31±0,25	10,22±0,18***	13,00±0,22*	12,62±0,32*
ВХ, %	8,21±0,31	6,39±0,20***	8,42±0,22	12,27±0,27***	7,20±0,23
НЕЖК, %	12,49±0,20	13,20±0,20	10,88±0,24**	7,42±0,23***	8,61±0,13***
ТАГ, %	13,73±0,23	11,11±0,25**	12,78±0,26	11,37±0,26**	14,69±0,15*
ЕХ, %	17,27±0,26	20,66±0,21***	30,08±0,25***	30,77±0,28***	31,82±0,37***

Примітка: вірогідні різниці у вмісті загальних ліпідів та окремих їхніх класів у тканинах організму медоносних бджіл II, III, IV і V дослідних груп порівняно до I контрольної групи; * — P<0,05–0,02, ** — P<0,01, *** — P<0,001. У цій і наступній таблицях: ЗЛ - загальні ліпіди, ФЛ - фосфоліпіди, МДГ - моно - та диацилгліцероли, ВХ - вільний холестерол, НЕЖК - неетерифіковані жирні кислоти, ТАГ - триацилгліцероли, ЕХ - етерифікований холестерол.

Зокрема, відзначено вірогідно вищий вміст загальних ліпідів у бджіл II, III, IV і V дослідних груп порівняно до контрольної (I) групи. Більше вираженими ці відмінності спостерігаються у бджіл, які отримували з компонентами підгодівлі борошно сої (II гр.) та його поєднання з цитратом Со (III гр.) і цитратом Ні (IV гр.). Комплексна підгодівля борошном сої і цитратами Со та Ні у бджіл V групи зумовлювала найнижче, але вірогідне зростання вмісту загальних ліпідів у їх тканинах. Очевидно, підгодівля бджіл борошном сої, що характеризується високим вмістом жиру і білка, стимулювала процеси ліпогенезу в організмі та нагромадження ліпідів у жировому тілі, що відзначали й інші автори [5, 7]. Тоді як додавання до цукрового сиропу борошна сої і цитратів Со та Ні незначно підсилювало цей процес, проте суттєво змінювало співвідношення окремих фракцій ліпідів. Зокрема, компоненти підгодівлі з високою вірогідністю ($P < 0,001$) зумовлювали підвищення відносного вмісту етерифікованого холестеролу (ЕХ) у ліпідах тканин бджіл II, III, IV і V дослідних груп порівняно до контрольної (I). Однак, більше виражені міжгрупові різниці встановлені для бджіл III, IV і V груп, які отримували крім сиропу і борошна сої, ще й цитрати Со і Ні роздільно, а також у суміші. Отримані дані можуть вказувати на визначальний вплив борошна сої на зростання етерифікації холестеролу в тканинах бджіл, а також на підсилення цього впливу цитратом Со і Ні та їхнім комплексним застосуванням у V групі. Однак, вплив цих аліментарних чинників на відносний вміст вільного холестеролу (ВХ) не виявив такої чіткої залежності. Зокрема, у бджіл II групи рівень ВХ зменшувався ($P < 0,001$), але зростав у IV групі ($P < 0,001$) за додавання цитрату Ні та зберігався на рівні контрольної групи за підгодівлі цитратом Со (III гр.) і його поєднання в V групі з цитратом Ні. Встановлені міжгрупові відмінності відносного вмісту ВХ і ЕХ за дії компонентів підгодівлі корелюють з розподілом НЕЖК у ліпідах тканин бджіл цих груп. Зокрема, якщо підгодівля бджіл II групи борошном сої і цукровим сиропом зумовлювала не вірогідне підвищення рівня НЕЖК у ліпідах тканин, то додавання до цих компонентів цитрату Со і Ні, а також їх суміші супроводжувалось вірогідним зниженням рівня цієї фракції у бджіл III, IV і V груп.

Відносний вміст фосфоліпідів (ФЛ) і моно–диацилгліцеролів (МДГ) у ліпідах тканин бджіл дослідних груп зберігав однакову залежність – не змінювався в II групі, але вірогідно зменшувався в III, IV і V дослідних групах. Відзначена залежність змін вказаних фракцій свідчить про однаково направлену біологічну дію борошна з бобів сої у поєднанні з цитратом Со і Ні та їхнього комплексного застосування з компонентами підгодівлі на співвідношення ФЛ і МДГ у ліпідах гомогенатів тканин бджіл. Очевидно, внесення до компонентів підгодівлі цитратів Со і Ні стимулює розщеплення з участю фосфоліпаз цих класів ліпідів корму, а також посилює використання їх в метаболічних процесах організму за умов інтенсивного фізичного навантаження бджіл у період активного медозбору. Це зумовлює зниження відносного вмісту ФЛ і МДГ у тканинах, у т. ч. в жировому тілі організму бджіл. Вважають, що будь який жир перед тим як метаболізуватись, проходить стадію відкладання про запас переважно у вигляді ТАГ в жировому депо, а потім розноситься гемолімфою по всьому організму [1, 5, 6].

Відносний вміст ТАГ виявляв зниження у тканинах бджіл II ($P < 0,01$), III і IV ($P < 0,01$) груп, тоді як у V групі відзначено вищий рівень цієї фракції порівняно до контролю. Це вказує на оптимізуючий вплив комплексної підгодівлі бджіл цукровим сиропом, борошном сої та цитратів Со і Ні на біосинтез і депонування ТАГ у тканинах організму. Доведено, що запаси ліпідів в організмі бджіл, за умови достатнього надходження компонентів живлення, можуть нагромаджуватися у жировому тілі в значних кількостях, в першу чергу у формі ТАГ [1, 5,–7].

Встановлені відмінності у співвідношенні МДГ і ТАГ у ліпідах організму бджіл можуть вказувати на особливості регуляторного впливу цитратів Со і Ні та їх сумісного згодовування з борошном сої на біосинтез і нагромадження цих класів ліпідів у тканинах у

період весняної підгодівлі. Зокрема, в дослідженнях *in vitro* показано, що іони Ni збільшували поглинання глюкози, її окиснення до CO₂, його включення у фракції ліпідів і глікоген [10–13]. Відзначено, що Ni впливає на активність більше 10 ферментів, з яких 4 ідентифіковано як нікель залежними [12, 13]. Характерно, що дія Ni на активність фермента зумовлює аналогічний синергічний вплив деяких інших мікроелементів [12, 13]. Тоді як Co підвищує біосинтез білків, ліпідів, гемолімфогенез і засвоєння Fe, а його абсорбція в організмі проходить на вищому рівні у тварин з симптомами дефіциту Феруму. Уведення до штучного корму бджіл CoCl₂ збільшувало споживання корму личинками, їхню масу та проміри тіла, у т. ч. хоботка, крил і хітинових частин черевця молодих бджіл [8, 10, 11].

Підгодівля бджіл борошном сої, цитратами Кобальту та Нікелю зумовлювала зміни фізико-хімічних показників меду дослідних груп та його біологічної цінності (табл. 2).

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники поліфлорного меду (M±m, n=3)

Показники	Група медоносних бджіл				
	К - I цукровий сироп	Д - II борошно сої + цукровий сироп	Д - III борошно сої + цукровий сироп + цитрат Со	Д - IV борошно сої + цукровий сироп + цитрат Ni	Д - V борошно сої + цукровий сироп + цитрати Со і Ni
Пролін, мг/кг	255,4±12,12	287,52±4,25	353,38±13,72**	269,85±2,78	322,86±7,36**
Масова частка води, %	20,73±0,06	20,68±0,06	21,66±0,06***	21,66±0,13**	20,65±0,06
pH	4,25±0,01	4,13±0,003***	3,95±0,003***	4,14±0,003***	4,22±0,003

Зокрема, вміст основної за кількістю та біологічним значенням амінокислоти проліну, що за даними літератури [14] сягає 226–1222 мкг/г, у меді всіх дослідних груп, був вищим порівняно до його рівня у контрольній (I) групі. Однак, вміст цієї амінокислоти у меді бджіл III і V груп, до компонентів підгодівлі яких додавали цитрат Со, був вірогідно вищим порівняно до контрольної групи в межах нормативно допустимих величин і переважав рівень його як у II, так і IV дослідних групах. Очевидно, додавання цитрату Со до підгодівлі бджіл стимулювало обмін як ліпідів, так і азоту з посиленням синтезу в організмі та надходження до меду основної за кількістю амінокислоти–проліну. Доведено, що більша частина проліну меду виробляється бджолами і доповнюється до його вмісту у нектарі в період його біотрансформації, підвищуючи біологічну цінність та якість меду [4, 5]. Відомо, що вміст проліну у нектарі більшості медоносів невисокий, проте бджоли в процесі біотрансформації нектару в мед суттєво доповнюють рівень проліну, який вироблений в їхньому організмі [4, 14].

Стимулюючий вплив іонів Со на обмін протеїнів та амінокислот підтверджують дані літератури. Зокрема, показано збільшення вмісту незамінних амінокислот у м'язах бджіл за підгодівлі хлориду Со [8, 10, 11], що вказує на стимулюючу дію Со на метаболізм і рівень амінокислотного забезпечення організму. У меді бджіл, які отримували цитрат Со і Ni, зростала масова частка води, що може свідчити про гідрофільну дію цих мікроелементів. Поряд з тим, у зразках меду II, III і IV груп відзначено вірогідно вищий рівень водневих іонів, що вказує на стимулюючий вплив борошна сої та його поєднання з цитратами Со і Ni на мікробіологічні процеси в меді і його ферментативну активність у період дозрівання.

Отже, підгодівля бджіл з додаванням цукрового сиропу, борошна сої і цитратів Со та Ni стимулює обмін ліпідів у тканинах і синтез та збагачення меду проліном, що вказує на доцільність застосування цих добавок в живленні бджіл у весняний період

ВИСНОВКИ

1. Підгодівля медоносних бджіл у весняний період борошном з бобів сої, а також його сумішшю з цитратами Со і Ні зумовлює вірогідно вищий вміст загальних ліпідів і зміни співвідношення окремих їх класів в гомогенаті тканин організму бджіл II, III, IV і V дослідних груп, проте більше виражений біологічний вплив добавок відзначено в III і IV групах за сумісної дії сої і цитрату Со та цитрату Ні.

2. У ліпідах тканин бджіл III, IV і V дослідних груп встановлено нижчий рівень ФЛ, МДГ і НЕЖК, але вищий – ЕХ у цих групах, ВХ – для IV, а ТАГ – для V груп.

3. Фізіологічна дія борошна сої і цитратів Со та Ні у бджіл характеризується покращенням біологічної цінності меду і його збереженості зі збільшенням вмісту проліну та концентрації водневих іонів.

Перспективи подальших досліджень. З'ясувати вплив компонентів бобів сої та цитрату Кобальту на обмін протеїнів в організмі бджіл у весняно-літній та літньо-осінній періоди їх життєдіяльності.

LIPIDS BEES TISSUES AND BIOLOGICAL VALUE OF HONEY FOR INCLUSION IN THE SUGAR SYRUP SOY FLOUR AND CITRATE Co AND Ni IN THE SPRING

R. S. Fedoruk, A. G. Pashchenko, L. I. Romaniv, L. M. Kovalska,

Institute of Animal Biology of NAAS
38, V. Stusa str., Lviv, 79034, Ukraine

S U M M A R Y

The study results of the influence of artificial feeding bees with sugar syrup and addition soybeans flour, Cobalt and Nickel “nanoaquacitrates” on the total lipids content, lipid fractions in body tissues homogenates and biological value of honey were presented. Significant increase of total lipids and esterified cholesterol against decrease levels of phospholipids, mono- and diacylglycerols and non-esterified fatty acids in bee’s tissue of the research groups during feeding them with soybean flour and its combination with Co and Ni citrates were shown. In honey of the research groups were observed higher concentrations of free proline and hydrogen ions.

Keywords: LIPIDS, CLASSES of LIPIDS, BEE, HONEY, BIOLOGICAL VALUE, ORGANISM, FABRICS, SOYAMEAL, CITRATES OF COBALT AND NICKEL.

ЛИПИДЫ ТКАНЕЙ ПЧЕЛ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МЕДА ПРИ ВНЕСЕНИИ К САХАРНОМУ СИРОПУ МУКИ СОИ И ЦИТРАТОВ Со И Ni В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

Р. С. Федорук, А. Г. Пащенко, Л. И. Романив, Л. Н. Ковальская

Институт биологии животных НААН
ул. В. Стуса, 38, г. Львов, 79034, Украина

А Н Н О Т А Ц И Я

Приведены результаты исследований влияния искусственной подкормки пчел сахарным сиропом с добавлением муки из бобов сои, а также «наноаквацитратов» Со и Ні на содержание общих липидов и их фракций в гомогенатах тканей организма и биологическую

ценность меда. Показано достоверное увеличение содержания общих липидов и этерифицированного холестерина на фоне низкого уровня фосфолипидв, монодиацилглицеролов и НЭЖК в тканях пчел опытных групп в период подкормки мукой сои и ее сочетания с цитратами Со и Ni. В меде пчел опытных групп отмечено высокую концентрацию свободного пролина и водородных ионов.

Ключевые слова: ЛИПИДЫ, КЛАССЫ ЛИПИДОВ, ПЧЕЛЫ, МЕД, БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ, ОРГАНИЗМ, ТКАНИ, СОЕВАЯ МУКА, ЦИТРАТЫ КОБАЛЬТА И НИКЕЛЯ.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Богданов Г. О.* Жирні кислоти пилку рослин та їх роль в метаболічних процесах і життєдіяльності бджіл / Г. О. Богданов, В. П. Поліщук, Й. Ф. Рівіс, О. А. Локутова // Біологія тварин. — Львів, 2003. — Т. 2. — С. 43–49.

2. *Садовникова Е. Ф.* Применение белково-минеральных добавок в кормлении пчел / Е. Ф. Садовникова, И. П. Захарченко, О. К. Чупахина, С. С. Виличинская // Ученые записки учреждения образования "Витебская государственная академия ветеринарной медицины". — Витебск: УО ВГАВМ, 2012. — Т. 48. — Вып. 2, Ч. 2. — С. 143–145.

3. *Броварський В. Д.* Розведення та утримання бджіл / В. Д. Броварський, І. Г. Багрій. — К.: Урожай, 1995. — 223 с.

4. *Бармина И. Э.* Стимулирующие подкормки для пчелиных семей с добавлением комплексных аминокислотных и пробиотических препаратов / И. Э. Бармина, А. Г. Маннапов, Г. В. Карпова // Вестник Оренбургского государственного аграрного университета. — Оренбург, 2011. — № 12 (131). — С. 376–377.

5. *Ковальчук І. І.* Важкі метали та ліпіди тканин і продукції бджіл за умов традиційного й органічного бджільництва та способи корекції їхніх рівнів. Автореф. дис... док. вет.-наук. — Львів, 2015. — 40 с.

6. *Поліщук В. П.* Біологічні особливості живлення бджіл і збирання квіткового пилку в умовах поліфлорного взятку / В. П. Поліщук, О. А. Локутова // Біологія тварин. — 2002. — Т. 4, №1–2. — С. 236–242.

7. *Федорук Р. С.* Вміст загальних ліпідів і співвідношення їх фракцій у тканинах медоносних бджіл за згодовування борошна нативної сої з додаванням хлориду та цитрату хрому / Р. С. Федорук, Л. І. Романів // Біологія тварин. — 2014. — Т. 16, №1. — С. 160–168.

8. *Буртов Б. Я.* Кобальт и продуктивность пчел // Пчеловодство. — 1961. — № 10. — С. 22.

9. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. Довідник / [Влізло В.В., Федорук Р.С., Макар І.А. та ін.] — Львів: ВМС, 2012. — 764 с.

10. *Голоскоков В. Г.* Влияние марганца и кобальта на жизнедеятельность пчел // Применение микроэлементов в с/х Восточной Сибири и Дальнего Востока. Улан-Уде, 1962. — С. 34–35.

11. *Оберлис Д.* Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. // Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный. — Санкт-Петербург: Наука, 2008. — 542 с.

12. *Sheng S.* External nickel inhibits epithelial sodium channel by binding to histidine residues within the extracellular domains of alpha and gamma sodunits and reducing channel open probability / S. Sheng, C. J. Perry, T. R. Kleyman // J. Biol. Chem. — 2002. — 277 (51). — P. 50098 – 50111.

13. *Walsh C. T.* Nickel enzymes / C. T. Walsh, W. H. Orme-Johnson // Biochem. — 1987. — 26 (16). — P. 4901–4906.

14. *Гельмут Хорн.* Все о меде: производство, получение, экологическая чистота и сбыт: моногр. / Гельмут Хорн, Корд Люльманн. — М.: АСТ: Астрель, 2007. — 316 с.

15. *Тихонов А. И.* Разработка методики определения контроля качества аминокислот стандартизированных субстанций продуктов пчеловодства / А. И. Тихонов, О. С. Шпичак, Е. Е. Богущая, Т. Н. Зубченко // Вестник КазНМУ, 2013. — № 5 (3). — С. 66–70.

Рецензент — В. О. Величко, д. вет. н., ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок.