

УДК 636.2.082.084.085.32.234

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.23>

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ІНТЕНСИВНОГО ВИРОЩУВАННЯ БУГАЙЦІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК У ГОДІВЛІ В УМОВАХ ПЕРЕДГІРСЬКОЇ ЗОНИ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ БУКОВИНИ

**Калинка А.К.** – к.с.-г.н., с.н.с.,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція  
Національної академії аграрних наук України

**Лесик О.Б.** – к.с.-г.н., с.н.с.,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція  
Національної академії аграрних наук України

У статті розглядається перше розроблення математичної моделі процесу інтенсивного вирощування бугайців нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби при застосуванні різних раціонів із додаванням мінеральних добавок і їх комбінацій в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини.

Встановлено, що при згодовуванні бугайцям IV групи 15 г мінеральної добавки регіонального родовища і 15 г цеолітовмісного базальтового туфу із зав'язного родовища (Ровенського) середньодобові прирости живої маси підвищилися порівняно з контролем на 162 г (+19,8%,  $P>0,01$ ) та на 131 г більше (+15,5%,  $P>0,01$ ), ніж у бугайців ровесників II групи, яким згодовували 30 г на 100 кг живої маси мінеральної добавки місцевого родовища.

Дослідженнями встановлено, що за 130 днів головного періоду досліду середньодобові прирости у бугайців I (контрольної) групи сягали 815 г. Згодовування бугайцям II (дослідної) групи цеоліту Сторожинецького родовища (Чернівецька область) в дозі по 30 г на 100 кг живої маси підвищило середньодобові прирости до 846 г (+31 г, +3,8%,  $p>0,05$ ). У бугайців III (дослідної) групи при згодовуванні 30 г цеоліту Рівненського родовища середньодобові прирости живої маси становили 877 г, що на 62 г, або 7,6 %, більше, ніж у контролі ( $p>0,05$ ).

За результатами досліджень при застосуванні розробленого математичного моделювання на прикладі загального та середньодобового приросту дослідних бугайців можна прогнозувати енергію росту нової популяції молодняку буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу великої худоби в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини. Пропонується господарствам при вирощуванні бугайців додавати у рецепти раціонів розроблену добову дозу 75-80 г на одну голову, яка збільшує енергію росту на 19,9% у зоні Карпат.

**Ключові слова:** порода, бугайці, корм, добавки, цеоліти, добові прирости.

**Kalinka A.K., Lesik O.B. Mathematical modeling of the process of intensive rearing of calves when using various mineral additives in feeding in the foothill zone of the Carpathian region of Bukovina**

The article considers the development of for the first time a mathematical model of the process of intensive rearing of bulls of a new population of Bukovina zonal type of meat komola cattle Simmental using different diets with mineral supplements and their combinations in the foothills of the Carpathian region of Bukovina.

It was found that feeding bulls of group IV 15 g of mineral additive of the regional deposit and 15 g of zeolite-containing basalt tuff from imported deposit (Rivne), the average daily gain of live weight increased compared to the control by 162 g (+19.8%,  $P>0.01$ ) and 131 g more (+15.5%,  $P>0.01$ ) than in group II bulls fed 30 g per 100 kg of live weight of mineral supplement of the local deposit.

Studies have shown that for 130 days of the main period of the experiment, the average daily gain in bulls I (control) group reached 815 g. Feeding bulls II (experimental) group of zeolite Storozhynets deposit (Chernovtsy region) at a dose of 30 g per 100 kg of live weight increased the average daily gain up to 846 g (+31 g, +3.8%,  $p>0.05$ ). In bulls of the III (experimental) group when feeding 30 g of zeolite of the Rivne deposit, the average daily gain of live weight was 877 g, which is 62 g, or 7.6%, more than in the control ( $p>0.05$ ).

*According to the results of research using the developed mathematical modeling on the example of total and average daily growth of experimental bulls, it is possible to predict the growth energy in a new population of young Bukovina zonal type of meat communal Simmental cattle in the foothills of the Carpathian region of Bukovina.*

*It is suggested that farms add to their recipes when growing bulls rations developed a daily dose of 75-80 g per head, which increases growth energy by 19.9% in the Carpathian region. A new feed mixture with mineral additives in combination from different deposits has been developed and should be used at high average daily live weight gain of weaned young cattle for livestock productivity at the level of 950-1050 g in the foothills of the Ukrainian Carpathians.*

**Key words:** breed, bull-calves, feed, additives, zeolites, daily, gain.

**Постановка проблеми.** Інтенсифікація галузі м'ясного скотарства базується на розведенні тварин спеціалізованих порід і типів, генетичний потенціал продуктивності яких реалізується завдяки поліпшенню умов годівлі, вирощування та удосконалення методів управління м'ясним стадом, що є найбільш актуальним у цьому регіоні [1, с. 19].

Так, в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини корми здебільшого бідні на макро- і мікроелементи, які забезпечують потребу жуйних у мінеральних елементах всього на 50-80%, тому компенсувати їхній дефіцит можна лише завдяки вітчизняним мінеральним добавкам. Крім цього, раціони у зимово-стійловий період мають дефіцит лужних мінеральних грам еквівалентів, які в великій кількості містяться у складі цеолітів (магній, калій, натрій, кальцій). У зв'язку з цим нами розроблено кормову мінеральну добавку на основі цеолітів із різних родовищ та їхніх комбінацій для молодяку худоби в умовах передгірної зони Карпат [3, с. 4].

Тому важливою умовою інтенсифікації м'ясного скотарства є впровадження інтенсивних технологій годівлі жуйних з використанням кормових мінеральних добавок цеолітової природи з різних регіональних родовищ держави у передгір'ї Карпатського регіону Буковини [2, с. 1; 4, с. 136; 7, с. 104; 8, с. 75; 9]. Оскільки однією з важливих проблем у створенні нових типів порід є прогнозоване математичне моделювання годівлі жуйних у конкретних умовах і реальних варіантах, необхідно аналізувати різні варіанти раціонів і отримати найкращі з них, що не можливо зробити традиційними методами.

Сучасні параметри породної технології годівлі м'ясної худоби нині вивчено не досить і не дають відповіді на ці питання. Важливим методом у технологічному процесі є годівельний кормовий фактор, відповідно до якого повинно бути максимальним споживання кормів, у тому числі мінеральних добавок.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Практикою світового та вітчизняного скотарства доведено, що прибутковість сучасного м'ясного скотарства прямо пропорційно продуктивності їхніх нащадків. У результаті нашої роботи розроблені рецепти раціонів з використанням різних мінеральних добавок і їхніх комбінацій та вперше представлені власні математичні співвідношення для прогнозування та отримання дешевої продукції з м'ясного скотарства в зоні Карпатського регіону Буковини.

**Не вирішені частини проблеми.** В сучасних умовах прискореного науково-технічного прогресу ведеться селекційна робота зі створення нової популяції м'ясних комолих сименталів худоби, які забезпечують високий генетичний потенціал продуктивності, що є важливою проблемою у Карпатах.

У своїй селекційній роботі ми поставили за мету відобразити найкращі ознаки процесу годівлі нової популяції м'ясної худоби при використанні різних розроблених рецептів раціонів з добавкою регіональних та з інших регіонів мінеральних

добавок і їхніх комбінацій, щоб визначити в абстрактному вигляді прогнозування високої продуктивності за допомогою розроблених нових математичних співвідношень у вирощуванні жуйних в зоні Карпат.

Отримання такої дешевої продуктивності дозволить прискорити селекцію на збільшення продуктивності, енергії росту, живої маси, відтворної здатності молодняку нового типу м'ясної худоби з отриманням дешевої і якісної продукції в умовах передгірської зони регіону Буковини. Для реалізації цієї мети нами були поставлені завдання вивчити енергію росту; живу масу бугайців з використанням прогнозованої моделі процесу інтенсивного вирощування жуйних в умовах регіону Буковини.

**Об'єкти та методика досліджень.** Заплановані дослідження на бугайцях нової популяції буковинського зонального типу м'ясного сименталу жуйних проводили у базовому господарстві провідного та діючого в Україні племінного заводу ДПДГ «Чернівецьке» Буковинської ДСГДС ІСГКР НААН з налагодженим зоотехнічним і племінним обліком.

**Матеріал і методика досліджень.** Для цього в науково-виробничому досліді, який провели у цеху виробництва яловичини в СТЗОВ «Колосок-2» с. Луківці Глибоцького району Чернівецької області, що знаходиться в передгірній зоні Чернівецької області, відібрали 4 групи підконтрольних бугайців – аналогів нової популяції м'ясного комолого сименталу жуйних (у кожній по 9 голів) із живою масою на початок досліду 204-210 кг, з яких I група тварин була контрольною, а II, III, і IV – дослідними.

Схема досліду і раціони годівлі підконтрольних бугайців у основний період досліду були такими, де молодняк усіх груп одержував прийнятий у господарстві основний рецепт раціону (далі – ОР) з кормів власного виробництва: соломи, силосу, сінажу, сухого жому, м'яси та комбікорму. Протягом головного періоду досліджень додатково до ОР бугайці II групи одержували мінеральну добавку регіонального родовища Чернівецької області (по 30 г на 100 кг живої маси на добу), III – цеолітовмісний базальтовий туф Рівненського родовища (по 30 г на 100 кг живої маси на добу) і IV – по 15 г мінеральної добавки Чернівецького родовища і 15 г на 100 кг живої маси цеолітовмісного базальтового туфу Рівненського родовища.

Поповнення дефіциту макро- і мікроелементів за рахунок мінеральних добавок і базальтового туфу. Годівля тварин дворазова. Утримання бугайців прив'язне. Напування тварин здійснювалося з автонапувалок. Згодовування мінеральних добавок у сухому вигляді з комбікормом, роздавання кормів – підводами. Цифровий матеріал у роботі опрацьовували методом варіаційної статистики за методикою [5] та програмним забезпеченням «Statistica» Excel для ПК.

У період науково-виробничого досліду основний раціон у господарстві не був дефіцитним за мінеральними речовинами і підгодівля комплексною мінеральною добавкою є найбільш ефективним засобом при інтенсивному вирощуванні молодняку м'ясної худоби після відлучення у 7-місячному віці, тому що телята в такому віці мають найбільшу потенціальну енергію росту, а в їхньому організмі знаходяться надзвичайно малі запаси мікроелементів в умовах зони Карпат [5; 6].

Матеріалом для дослідження слугували корми, мінеральні добавки, хімічний склад і поживна цінність кормів. Контроль за ростом і розвитком дослідних бугайців здійснювали шляхом щомісячного зважування. Раціон годівлі тварин був збалансований по протеїну і за макро- і мікроелементами (табл. 1).



Продовження таблиці 1

26.	Заліза	мг	410	3515	857,3	3515	3,8	3518,1	858,2	0,1	3515	5,7	3520,7	858,7	+0,1	3515	9,48	3524,5	859,7	+0,2
27.	Цинку	мг	200	441	220,5	441	0,01	441,1	220,5	-	441	0,1	441,1	220,5	-	441	-	441	220,5	-
28.	Марганцю	мг	350	639	182,6	639	-	639	182,6	-	639	-	639	182,6	-	639	-	639	182,6	-
29.	Міді	мг	60	177,4	295,7	177,4	0,02	177,4	295,7	-	177,4	-	174,4	295,7	-	177,4	-	177,4	295,7	-
30.	Кобальту	мг	5,5	6,1	110,9	6,1	0,002	6,1	110,9	-	6,1	-	6,1	110,9	-	6,1	-	6,1	110,9	-
31.	Йоду	мг	2,6	8,65	332,7	8,65	-	8,65	332,7	-	8,65	-	8,65	332,7	-	8,65	-	8,65	332,7	-
32.	Кремнію	г	57	-	-	-	-	-	-	-	29,4	29,4	29,4	51,5	100	14,7	14,7	14,7	25,8	100

Таблиця 2

Результати хімічного аналізу мінеральних добавок на валовий вміст компонентів (міст. г/кг)

Елемент (оксиди)	Назва мінералу											
	Цеолітовмісний базальтовий туф Ровенського родовища					Мінеральна добавка регіональ- ного родовища					Мінеральні добавки в комбінації	
	Вміст, г/кг	Масова частка (%) в перерахунку на оксиди	Вміст, г/кг	Масова частка (%) в перерахунку на оксиди	Вміст, г/кг	Масова частка (%) в перерахунку на оксиди	Вміст, г/кг	Масова частка (%) в перерахунку на оксиди	Вміст, г/кг	Масова частка (%) в перерахунку на оксиди	Вміст, г/кг	Масова частка (%) в перерахунку на оксиди
Кремній	319,4	68,44	-	-	-	-	-	-	-	319,4	68,44	68,44
Алюміній	46,5	12,82	-	-	-	-	-	-	-	46,5	12,82	12,82
Залізо	70,95	10,14	47,5	6,79	47,5	6,79	118,4	16,93	118,4	16,93	16,93	16,93
Магній	30,15	5,02	27,1	4,52	27,1	4,52	57,25	9,54	57,25	9,54	9,54	9,54
Калій	8,79	1,06	4,85	0,68	4,85	0,68	13,64	1,74	13,64	1,74	1,74	1,74
Натрій	6,97	0,94	131	2,3	131	2,3	137,9	3,24	137,9	3,24	3,24	3,24
Кальцій	3,29	0,48	13,6	1,91	13,6	1,91	16,89	2,39	16,89	2,39	2,39	2,39
Цинк	1,29	0,16	0,18	0,35	0,18	0,35	1,47	0,51	1,47	0,51	0,51	0,51
Нікель	0,127	0,016	-	0,02	-	0,02	0,127	0,036	0,127	0,036	0,036	0,036
Мідь	0,118	0,015	0,21	0,03	0,21	0,03	0,33	0,045	0,33	0,045	0,045	0,045
Кобальт	0,072	0,009	0,028	0,003	0,028	0,003	0,1	0,012	0,1	0,012	0,012	0,012
Свинець	0,023	0,002	0,065	0,001	0,065	0,001	0,088	0,003	0,088	0,003	0,003	0,003

Результати хімічного аналізу зразків мінеральних добавок виконано методом атомно-абсорбційної спектроскопії на приладі типу КАС – 120 МІ (полум'яний варіант) (табл. 2).

До потреби поживності в раціоні у % містився склад і мінеральних речовин:

кормових одиниць +8,9	магнію +36,3
обмінної енергії, МДЖ +37,7	сірки +35,7
перетравного протеїну +9,6	натрію +17,4
сухої речовини 58,4	заліза +57,3
сирого протеїну +8,1	цинку +220,3
цукру +14,5	марганцю +182,6
метіоніну + цистину +16,9	міді +295,7
кальцію +205,8	кобальту +110,9
фосфору +29,4	йоду +332,7
калію +262,6	кремнію

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Одним із перших етапів наукових досліджень було визначити динаміку показників енергії росту продуктивності бугайців за весь дослідний період (табл. 3).

Таблиця 3

### Інтенсивність росту дослідних бугайців (М+м)

ПОКАЗНИК	ГРУПИ ТВАРИН			
	I контрольна	Дослідні		
		II	III	IV
<b>Кількість тварин, гол</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
Жива маса, кг: на початок досліді на кінець досліді	205±10,7	203±9,7	200±12,8	207±8,9
	311±10,9	313±9,7	314±7,5	334±7,0
Приріст: загальний, кг середньодобовий, г ± до контролю, г	106±0,8	110±1,3	114±1,2	127±1,6
	815±0,25	846±0,15	877±0,35	977±0,12
	-	31	62	162
Критерій вірогідності, P	-	P>0,05	P>0,05	P>0,01
Витрачено кормів на 1 кг приросту к.од.	8,9	8,6	8,3	7,5
± до I групи				8,4
± до II групи				9,6
± до III групи				9,3

Встановлено, що за 130 днів головного періоду досліді середньодобові прирости у бугайців I (контрольної) групи сягали 815 г. Згодовування бугайцям II (дослідної) групи цеоліту Сторожинецького родовища (Чернівецька область) в дозі по 30 г на 100 кг живої маси підвищило середньодобові прирости до 846 г (+31 г, +3,8%, p>0,05). У бугайців III (дослідної) групи при згодовуванні 30 г цеоліту Рівненського родовища середньодобові прирости живої маси становили 877 г, що на 62 г або 7,6% більше, ніж у контролі (p>0,05). При згодовуванні молодянку IV дослідної групи 15 г мінеральної добавки Сторожинецького регіонального родовища Чернівецької області та 15 г цеолітовмісного базальтового туфу із Бере-

стовецького родовища Рівненської області добові прирости живої маси підвищилися порівняно з контролем на 162 г (+19,8%,  $p > 0,01$ ) (табл. 3).

Високу продуктивну дію комплексної мінеральної кормової добавки з цеолітів різних регіональних родовищ порівняно з окремим їхнім застосуванням можна, очевидно, пояснити більш оптимальним її складом і співвідношенням дефіцитних та життєво важливих для організму жуйних мінеральних речовин. Позитивна дія комплексної мінеральної кормової добавки з цеолітів на організм тварин насамперед виявляється завдяки їхнім сорбційним та іонообмінним властивостям із поповненням раціонів дефіцитними макро- і мікроелементами, яких не вистачає в кормах в умовах зони Карпат.

У складі запропонованої добавки переважають окиси кремнію, алюмінію, є окиси кальцію, натрію, фосфору, магнію, а також життєво важливих для організму тварин макро- (калій, натрій, кальцій, магній) і мікроелементів (цинк, мідь, кобальт, марганець). У запропонованій добавці зафіксовано лише сліди токсичних важких металів: свинцю, олова, ртуті, кадмію, миш'яку, стронцію.

Кремній у розробленій мінеральній комбінованій добавці брав активну участь в обміні кальцію, фосфору, хлору, фтору, натрію, сірки, алюмінію, молібдену, марганцю, кобальту та інших. З літературних даних відомо, що дефіцит кремнію призводить до зниження плодючості та пригнічення росту приплоду. Кремній у кормовій добавці бере участь у процесах окислення, входячи до складу ферментів як кофермент [6, с. 48]. Введення з цеолітовими добавками сполук кремнію у організм тварин сприяє видаленню з нього токсичних речовин (детоксикації) завдяки їх абсорбції в процесі метаболізму кремнекислотою.

Отже, відсутність вірогідності при відносно великій різниці в середньодобових приростах у бугайців IV (дослідної) і I (контрольної) груп (+162 г, або 19,8%) пояснюється, по-перше, тим, що дослід проведено на фоні високих для м'ясної худоби середньодобових приростів, які були у бугайців III групи на рівні максимального генетичного потенціалу цієї породи (в середньому по групі 877 г); по-друге, значним коливанням середньодобових приростів у групах від середньоарифметичного показника, що пов'язано з тим, що на кінець головного періоду IV група досягала живої маси біля 350 кг, а тому інтенсивність їх росту на кінець дослідів істотно почала знижуватися порівняно з тваринами контрольної групи з меншою живою масою.

Вивчені економічні розрахунки показують, що при реалізаційній ціні 1 кг живої маси на рівні 7,5 грн і вартості 1 кг мінеральних добавок 0,86 грн при використанні у відгодівлі молодняку м'ясної худоби на силосно-концентратних раціонах рентабельність становить 25%. При цьому кормосуміш із мінеральними добавками в комбінації різних родовищ доцільно використовувати при високих середньодобових приростах живої маси відлученого молодняку м'ясної худоби на рівні 950-1050 г в умовах передгір'я Карпат.

Свої експериментальні дослідження рішили перевірити при застосуванні розробленого вперше математичного моделювання жуйних на прикладі загального та середньодобового приросту дослідних тварин. Для описання зміни застосували розроблену модель, яка наведена в табл. 4.

Отже, підставивши значення  $a_1 X_1$ ,  $a_2 X_2$  у вираз, одержимо:

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_1 X_2,$$

де  $X_1$  – мінеральна добавка регіонального родовища;

$X_2$  – цеолітовмісний базальтовий туф;

$Y_1$  – загальний приріст, кг;

Таблиця 4

## Математична модель

Група	№ п/п експерименту	ДОЗИ мінеральних добавок у групах на 100 кг живої маси, г		Прирости	
			$X_2$	загальний, кг	середньодобовий, г
Контрольна	1		0	106	815
I – Дослідна	2	40	0	110	846
II – Дослідна	3	0	40	$X_1$	877
III – Дослідна	4	20	20	0	977

$Y_2$  – середньодобовий приріст, г.

Визначимо загальний приріст  $Y_1$ , де:

$$a_0 = 106; a_1 = 0,1; a_2 = 0,2; a_3 = 0,0375$$

$$1) Y = a_0 + 40 a_1 = 110 \quad 40 a_1 = 110 - 106 = 4$$

$$2) Y = a_0 + 40 a_2 = 114 \quad 40 a_2 = 114 - 106 = 8$$

$$3) Y = a_0 + 20 a_1 + 20 a_2 + 20 a_3 = 127$$

$$4) 20 \cdot 0,1 + 20 \cdot 0,2 + 400 a_3 = 127 - 106 = 21 - 6 = 15$$

$$Y_1 = 106 + 0,1 X_1 + 0,2 X_2 + 0,375 X_1 X_2$$

$$a_3 = 0,5:400 = 0,0375$$

Тепер визначимо середньодобовий приріст для  $Y_2$ :

$$a_0 = 0,815; a_1 = 0,000775; a_2 = 0,00155; a_3 = 0,000289,$$

звідси:

$$1) a_0 = 0,815$$

$$2) 0,815 + 40 a_1 = 0,846 \quad 40 a_1 = 0,846 - 0,815 = 0,031 \quad a_1 = 0,000775$$

$$3) 0,815 + 40 a_2 = 0,877 \quad 40 a_2 = 0,877 - 0,815 = 0,062 \quad a_2 = 0,00155$$

$$4) 0,815 + 0,000775 + 0,00155 + 400 a_3 = 0,977$$

$$0,815 + 0,0155 + 0,031 + 400 a_3 = 0,977$$

$$400 a_3 = 0,1155 \cdot a_3 = 0,000289$$

$$Y_2 = 0,815 + 0,000775 X_1 + 0,00155 X_2 + 0,000289 Y_1 Y_2$$

Послідовні наближення до наукового розв'язку визначаємо за формулою:

$$Y_j = a_{0j} + a_{1j} X_1 + a_{2j} X_2 + a_{3j} X_1 X_2 + b_{1j} X_1^2 + b_{2j} X_2^2$$

З формули видно, що для кожного вивчення впливів мінеральних добавок і цеоліту необхідно додати ще 2 групи, щоб було  $N > 6$ .

$$\Delta_{1Y_1} = 4; \Delta_{2Y_2} = 8; \Delta_{3Y_1} = 21$$

$$a_0^{Y_1} = \frac{106 + 110 + 114 + 127}{4} = 109,25; a_1^{Y_1} = \frac{-106 + 110 - 114 + 127}{4} = 0,75;$$

$$a_2^{Y_1} = \frac{-106 - 110 + 114 + 127}{4} = 6,25; a_3^{Y_1} = \frac{106 - 110 - 114 + 127}{4} = 2,25.$$

Ми вибрали структурну модель загального приросту  $Y_1 = f(X_1, X_2)$

№ п/п	$X_1$	$X_2$	$Y_1$	$Y_2$
1.	0	0	106	106
2.	40	0	110	109,7
3.	0	40	114	114,2
4.	20	20	127	127,01

Модель середньодобових приростів  $Y_2 = f(X_1, X_2)$ :

№ п/п	$X_1$	$X_2$	$Y_1$	$Y_2$
1.	0	0	0,815	0,815
2.	40	0	0,846	0,848
3.	0	40	0,877	0,872
4.	20	20	0,977	0,981

Нами була розроблена власна структурна модель такого типу:

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_1 X_2$$

і після математичної обробки маємо результат:

$$Y_1 = 106 + 0,1 \cdot 40 + 0,2 \cdot 20 + 0,0375 \cdot 20 \cdot 40 = 106 + 3 + 4 + 22,5 = 135,5 \text{ кг}$$

при  $X_1 = 40, X_2 = 20$ , де  $\Delta \approx 8,5$  кг

$$Y_{1,2} = 106 + 0,1 \cdot 40 + 0,2 \cdot 0 + 0 = 110$$

$$Y_{1,3} = 106 + 0 + 0,2 \cdot 40 + 0 = 114$$

$$Y_{1,4} = 106 + 0,1 \cdot 20 + 0,2 \cdot 20 + 0,0375 \cdot 20 \cdot 40 = 106 + 2 + 4 + 15 = 127$$

$$Y_1 = 106 + 0,1 \cdot 10 + 0,2 \cdot 10 + 3,75 = 112,75 \text{ кг}$$

при  $X_1 = 10, X_2 = 20$

$$Y_1 = 106 + 0,1 \cdot 10 + 0,2 \cdot 20 + 0,0375 \cdot 10 \cdot 20 = 118,5$$

$$Y_1 = 106 + 0,1 \cdot 20 + 0,2 \cdot 10 + 7,5 \cdot 20 \cdot 40 = 117,5$$

при  $X_1 = 20, X_2 = 10$ .

Таким чином, за результатами досліджень при застосуванні розробленого математичного моделювання на прикладі загального та середньодобового приросту дослідних бугайців можна прогнозувати енергію росту у нової популяції молодняку буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу великої худоби в передгірській зоні Карпатського регіону Буковини.

**Висновки і пропозиції.** 1. Встановлено, що при згодовуванні бугайцям 15 г мінеральної добавки у комбінації добові прирости живої маси підвищилися порівняно з контролем на 162 г (+19,8%,  $P > 0,01$ ) та на 131 г (+ 15,5%,  $P > 0,01$ ), ніж у бугайців контролю, яким згодовували 30 г на 100 кг живої маси мінеральної добавки місцевого родовища. 2. Застосування математичного моделювання на прикладі загального та середньодобового приросту дослідних жуйних дає змогу прогнозувати енергію росту молодняку м'ясної худоби в галузі м'ясного скотарства при інтенсивному виробництві яловичини в умовах Буковини.

Пропонується в умовах підконтрольного господарства враховувати живу масу бугайців з додаванням розробленої добової дози 75-80 г на одну голову, що збільшує середньодобові прирости на 19,9% та бере участь у процесах окислення, входячи до складу ферментів діастаз як кофермент.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Застосування мікроелементів при виробництві яловичини в зоні західних областей України / Полфій Ф.Ю., Котляров Б.Д., Тичка Л.А. та ін. // Методичні рекомендації. Львів. 1984. 31 с.
2. Яхтельський Е.Г., Пшеничний Е.А. Цеоліти – цінна кормова мінеральна добавка. НТІ та пропанди Укрінформапрому, Київ. 1990. 2 с.
3. Использование цеолитов в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы / Н.И. Самсон. Киев : Облполиграфиздат, 1988. 6 с.
4. Декларацийний патент на винахід № 75020, Україна. Використання базальтових туфів Берестовецького родовища для підвищення продуктивності великої рогатої худоби / В.М. Полювий, А.І. Угріна, Л.О. Опольська, Ю.С. Фурманець; 15.02.2006, Бюл. № 2, 2006 р.

5. Плохинский Н.П. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.П. Плохинский. М. : Колос, 1969. 280 с.
6. Кожарев В.А., Федик А.С., Яковлев В.В. Потребность телят в кремнии. *Зоотехния*. 1991. № 11. С. 46–49.
7. Калинка А.К., Калинка А.А. Оптимізація математичного моделювання процесу інтенсивного виробництва дешевої яловичини в умовах Карпатського регіону Буковини. *Сучасні методи підвищення ефективності використання економічного потенціалу у напрямі розвитку регіональної економіки*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 26 січня 2019 року). Львів : ЛЄФ, 2019. С. 134–138.
8. Калинка А.К., Калинка А.А. Економічна модель процесу виробництва дешевої яловичини в умовах передгірського регіону Буковини. *Економічне зростання стратегія, напрями і пріоритети*. 5-міжнародна науково-практична конференція (26 січня 2019 року). Східноукраїнський інститут економіки та управління. Запоріжжя : ГО «СІЄУ», 2019. С. 102–106.
9. Калинка А.К., Лесик О.Б. Модель прогнозування процесу виробництва рентабельної яловичини в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини. *Coll. de papiers scientifiques "ΛΟΓΟΣ" avec des matériaux de la conf. scientifique et pratique internationale "La science et la technologie a l'ere de la societe de l'information"* (Bordeaux, 3 mars, 2019). Bordeaux : OP "Plateforme scientifique europeenne". 2019. V. 1. P. 73–78.