

**О. І. Килимнюк**, кандидат сільськогосподарських наук

*Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН*

## **АНАЛІЗ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ В ГОДІВЛІ СВИНЕЙ ВІДХОДІВ ЇЇ ПЕРЕРОБКИ НА СПИРТ І БІОЕТАНОЛ**

*Наведені результати лабораторних досліджень хімічного складу зерна кукурудзи та відходів переробки її на спирт і біоетанол («кукурудзяний шрот»). У фізіологічних дослідгах на тваринах досліджено оптимальну кількість введення «кукурудзяного шроту» в раціони ростучих свиней.*

**Ключові слова:** кукурудза, свині, кукурудзяний шрот, перетравність, біоетанол, раціони.

Кукурудза – є другим за важливістю компонентом харчування після пшениці. В Мексиці її почали вирощувати більше 7000 років тому. В ацтеків племені Майя вона вважалась священною рослиною, приблизно такою, як в теперішній Індії вважаються корови. Кукурудза була завезена в Європу з Америки. Це найдавніша хлібна культура індіанців Перу, Болівії і Мексики. Колумб, вперше, наприкінці XV століття завіз зерна в Іспанію, де її почали розводити в садах як диковину. Але згодом іспанці оцінили поживні властивості маїсу і взяли його в культуру. Португальці свого часу завезли зерна до Індії, а потім на острів Яву і до Китаю. Культура кукурудзи швидко поширилась в Азії, проникла в Іран і Малу Азію. На територію України кукурудза потрапила через Крим [1].

У всьому світі під кукурудзою зайнято приблизно 132 млн га посівних площ, а щорічний урожай зерна цієї важливої сільськогосподарської культури складає близько 450 млн т, поступаючись менше ніж на 10% врожайності пшениці. Найбільшим виробником кукурудзи є США (близько половини світового врожаю), потім ідуть Китай, Бразилія, Мексика, Індія, Індонезія, Італія і Румунія. Із загальної кількості зайнятих під кукурудзою площ США приблизно 70% дають зерно, а решта – в основному силос [2].

Зерно кукурудзи – цінний концентрований корм для сільськогосподарських тварин та сировина для комбікормової, спиртової промисловості і виробництва біоетанолу.

Різкий ріст цін на нафту в останні роки оживив біоетанольний сектор. Україна щороку експортує 10 млн т фуражного зерна, причому за найнижчими цінами. Якщо ці 10 млн т переробити в Україні на біоетанол, то можна одержати 3,5 млн т добавки до бензину [3]. При переробці однієї

тонни кукурудзи на біоетанол отримують: 410 л етанолу, 400 кг вуглекислого газу і 300 кг високобілкового кукурудзяного корму, який може бути використаний в годівлі сільськогосподарських тварин.

**Матеріали і методика досліджень.** Аналітичні дослідження проводили в лабораторії моніторингу якості кормів та сировини, а балансовий дослід на фізіологічному дворі лабораторії зоотехнічної оцінки і стандартизації кормів Інституту кормів НААН.

Фізіологічний балансовий дослід проводили на свинях середньою живою масою 40 кг за схемою наведеною в таблиці 1.

### 1. Схема досліду

Групи тварин	Кількість тварин у групі, гол.	Характеристика раціонів	Тривалість досліду, днів
1-контрольна	4	Кукурудза 55%, пшеничні висівки-35%, м'ясо-кісткове борошно-5%, премікс-5%	15
2-дослідна	4	Кукурудза 40%, кукурудзяний шрот – 15%, пшеничні висівки-35%, м'ясо-кісткове борошно-5%, премікс-5%	
3-дослідна	4	Кукурудза 27,5%, кукурудзяний шрот – 27,5%, пшеничні висівки-35%, м'ясо-кісткове борошно-5%, премікс-5%	

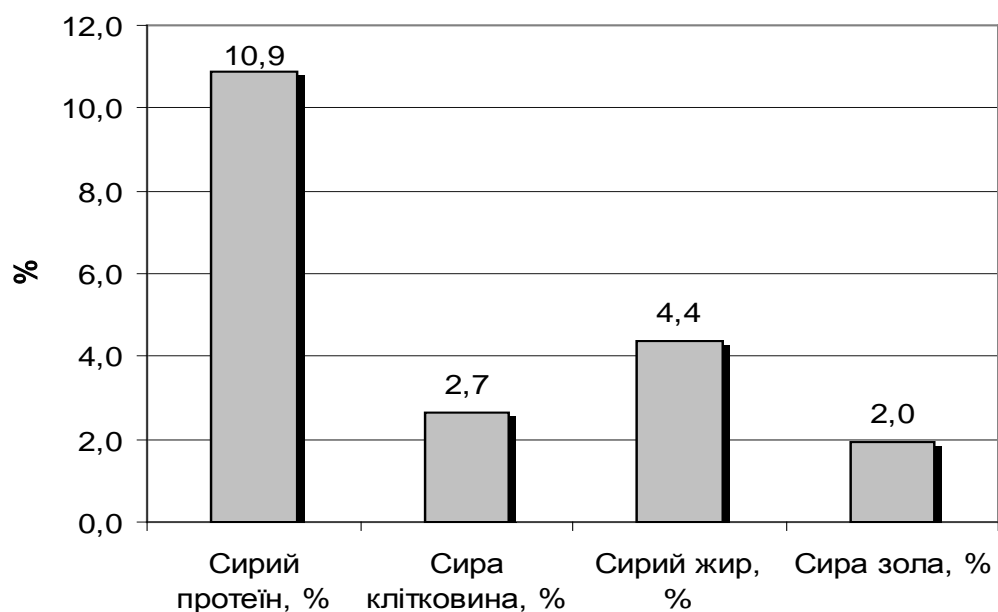
Перетравності поживних речовин раціонів вивчали за методикою О. І. Овсяннікова (1976) [4].

**Результати досліджень.** Лабораторією моніторингу якості кормів та сировини Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН було проведено хімічний аналіз зернових кормів та кормової сировини, яка може бути використана для виробництва біоетанолу, а саме кукурудзи, пшениці, жита і тритикале та продукту отриманого в результаті переробки зерна на біоетанол і спирт.

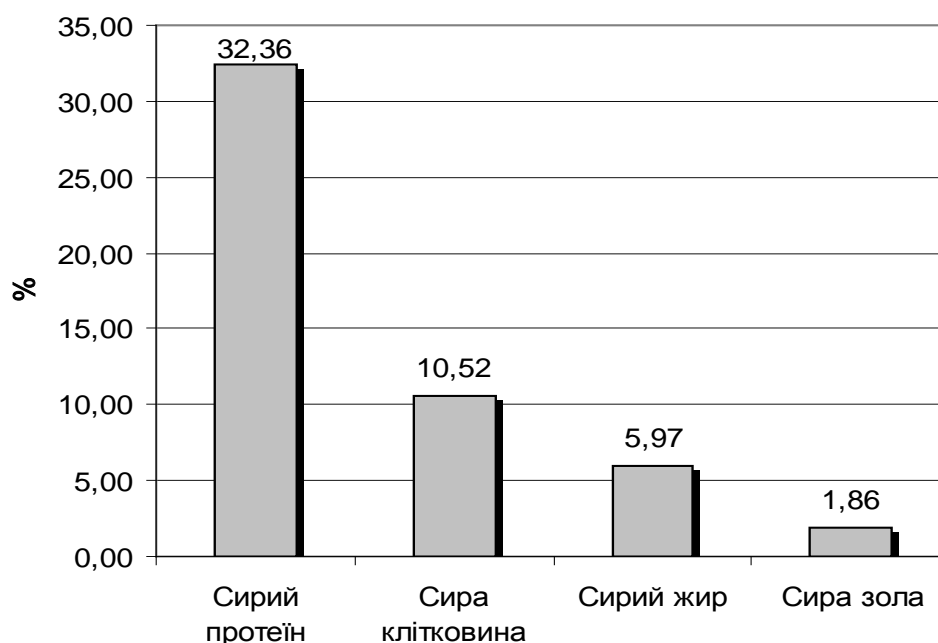
Перш за все було проаналізовано хімічний склад кукурудзи, як потенційної культури, яка дає високі врожаї зерна і використовується для переробки на спирт і виробництва біоетанолу (рис. 1).

При урожайності кукурудзи 40 – 100 ц з гектара можна отримати 3,9 – 9,7 ц сирого протеїну. Кукурудзяний білок поступається іншим зерновим за вмістом незамінних амінокислот. Його вміст в сухій речовині складає близько 11%. В такій розрідженій концентрації і не збалансований за амінокислотами він є важко доступним для тварин.

У результаті переробки зерна на спирт і біоетанол отримують брагу. Висушування її у спеціальних сушках дає змогу отримати новий продукт з концентрованим вмістом кукурудзяного білка – «кукурудзяний шрот». Отриманий продукт містить протеїну у три рази більше і клітковини у 3,8 разу порівняно із зерном кукурудзи (рис. 2). Вміст сирого жиру у «кукурудзяному шроті» також в 1,3 разу вищий порівняно із зерном кукурудзи, а за вмістом сирієї золи ці корми практично не відрізняються.

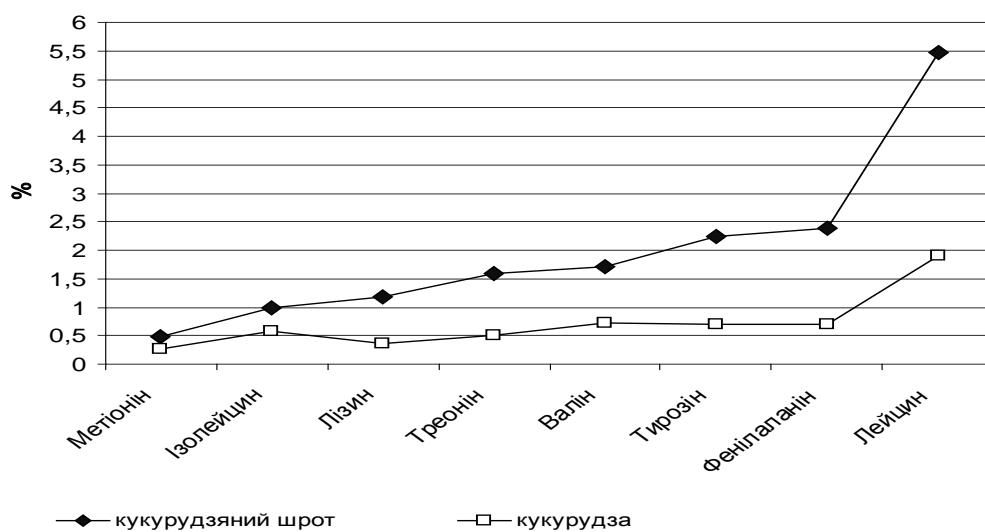


**Рис. 1. Хімічний склад зерна кукурудзи (в сухій речовині)**

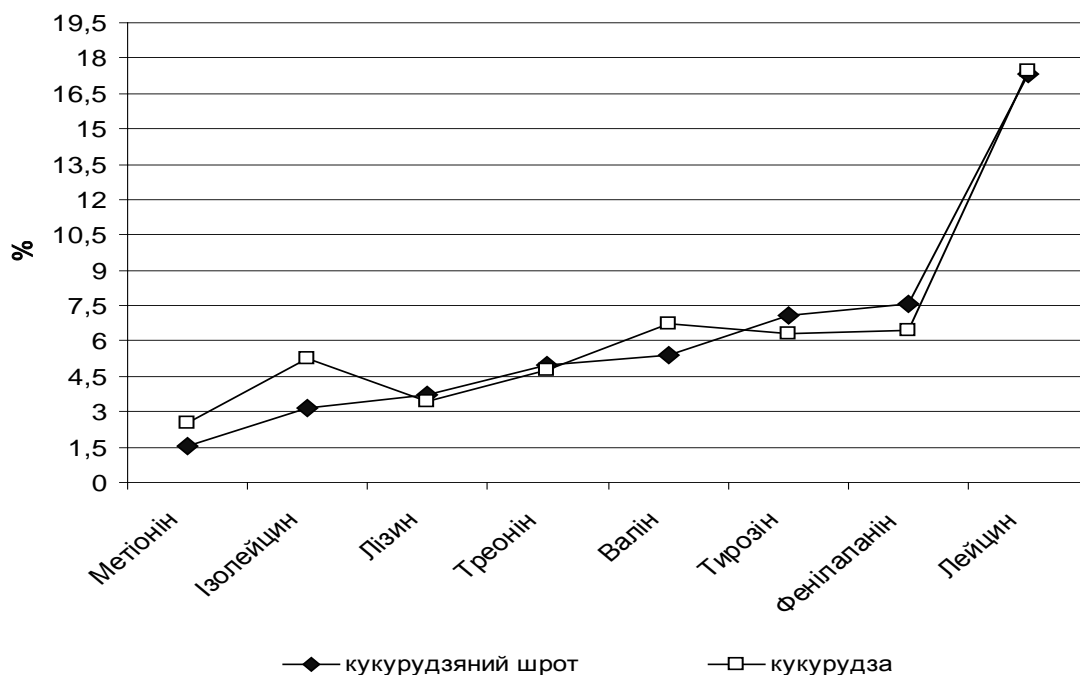


**Рис. 2. Хімічний склад «кукурудзяного шроту» (в сухій речовині)**

Для детального аналізу сирого протеїну було проведено дослідження протеїну зерна кукурудзи і «кукурудзяного шроту» на вміст амінокислот (рис. 3, 4). Порівняльна оцінка вмісту амінокислот у зерні кукурудзи і отриманій кормовій сировині після його переробки на спирт і біоетанол засвідчує, що підвищення концентрації сирого протеїну в «кукурудзяному шроті» спричиняє і пропорційне підвищення амінокислот подібно до того співвідношення в якому вони були в зерні кукурудзи до її переробки.



**Рис. 3. Вміст амінокислот у «кукурудзяному» шроті і кукурудзі (в сухій речовині)**



**Рис. 4. Вміст амінокислот у «кукурудзяному шроті» і кукурудзі (у протеїні)**

Порівняльний аналіз амінокислот у протеїні кукурудзи і «кукурудзяного шроту» показує, що концентрація деяких амінокислот відрізняється. Так у протеїні кукурудзи більше метіоніну, ізолейцину, і валіну порівняно із «кукурудзяним шротом» і менше тирозину і фенілаланіну. Тобто в процесі переробки зерна кукурудзи і отримання «кукурудзяного шроту» пройшла зміна співвідношення амінокислот у сирому протеїні.

Аналіз амінокислотного складу шроту кукурудзяного високобілково-го показав, що даний кормовий продукт є дефіцитним на лізин і метіонін. Достатня кількість лейцину, глютамінової і аспарагінової кислоти вказує на перспективу використання його при корегуванні співвідношення між амінокислотами, як високо протеїновий кормовий концентрат для балансування амінокислотного складу раціонів сільськогосподарських тварин.

Поряд із «кукурудзяним шротом» нами було досліджено хімічний склад висушеної браги після переробки зерна пшениці на спирт. У таблицях 2 і 3 наведена порівняльна оцінка хімічного складу кукурудзяного шроту і сухої пшеничної браги.

## 2. Порівняльний аналіз хімічного складу сухої пшеничної браги і «кукурудзяного шроту» в натуральній речовині, % (г/100 г)

Назва зразка	Суха речовина	Сира зола	Органічна речовина	Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина	БЕР
Брага суха пшенична	92,64	2,21	90,43	35,85	5,36	4,16	45,06
Кукурудзяний шрот	92,07	1,71	90,36	29,79	5,49	9,68	45,40
Різниця: ±	+0,57	+0,50	+0,07	+6,05	-0,13	-5,53	-0,34
±%	+0,62	+29,24	+0,08	+20,31	-2,37	-57,09	-0,75

## 3. Порівняльний аналіз хімічного складу сухої пшеничної браги і «кукурудзяного шроту» в сухій речовині, % (г/100 г)

Назва зразка	Органічна речовина	Сира зола	Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина	БЕР
Брага суха пшенична	97,61	2,39	38,69	5,79	7,08	46,05
Кукурудзяний шрот	98,14	1,86	32,36	5,97	10,52	49,29
Різниця ±	-0,53	+0,53	+6,33	-0,18	-3,44	-3,24
±%	-0,54	+28,46	+19,56	-3,07	-32,68	-6,57

Порівняльний аналіз хімічного складу показує, що суха пшенична брага порівняно із «кукурудзяним шротом» має вищий вміст сирого протеїну на 19,5% і сирієї золи на 28,5% та нижчий вміст сирого жиру на 3%, сирієї клітковини на 32,7% і безазотових екстрактивних речовин на 6,7%.

Детальний аналіз сирієї золи сухої пшеничної браги і «кукурудзяного шроту» показав, що за розчинністю золи вони фактично не відрізняються близько 82% має розчинність зола «кукурудзяного шроту» і 81,6% сухої пшеничної браги (табл. 4).

#### 4. Порівняльна оцінка золи сухої пшеничної браги і «кукурудзяного шроту» в сухій речовині, % (г/100 г)

Назва зразка	Сира зола		
	загальна	розчинна в HCl	нерозчинна в HCl
Брага суха пшенична	2,39	1,95	0,44
Кукурудзяний шрот	1,86	1,53	0,33
Різниця: ±	+ 0,53	+ 0,42	+ 0,11
±%	+ 28,46	+ 27,45	+ 33,33

За вмістом макро- і мікроелементів суха пшеничної брага переважає «кукурудзяний шрот» (табл. 5). У «кукурудзяному шроті» вищий вміст лише заліза.

#### 5. Вміст макро- і мікроелементів у сухій пшеничній бразі і «кукурудзяному шроті» (в розрахунку на суху речовину, %)

Назва зразка	Кальцію, г/кг	Фосфору, г/кг	Магнію, г/кг	Заліза, мг/кг	Цинку, мг/кг	Марганцю, мг/кг	Міді, мг/кг
Брага суха пшенична	1,02	5,02	1,11	128,30	49,93	35,72	15,95
Кукурудзяний шрот	0,53	3,55	0,31	1089,38	35,90	20,53	15,96
Різниця ±	+ 0,49	+ 1,47	+ 0,79	- 961,08	+14,03	+ 15,18	-0,01
±%	+ 92,80	+ 41,41	+ 250,9	- 88,22	+39,09	+ 73,95	-0,09

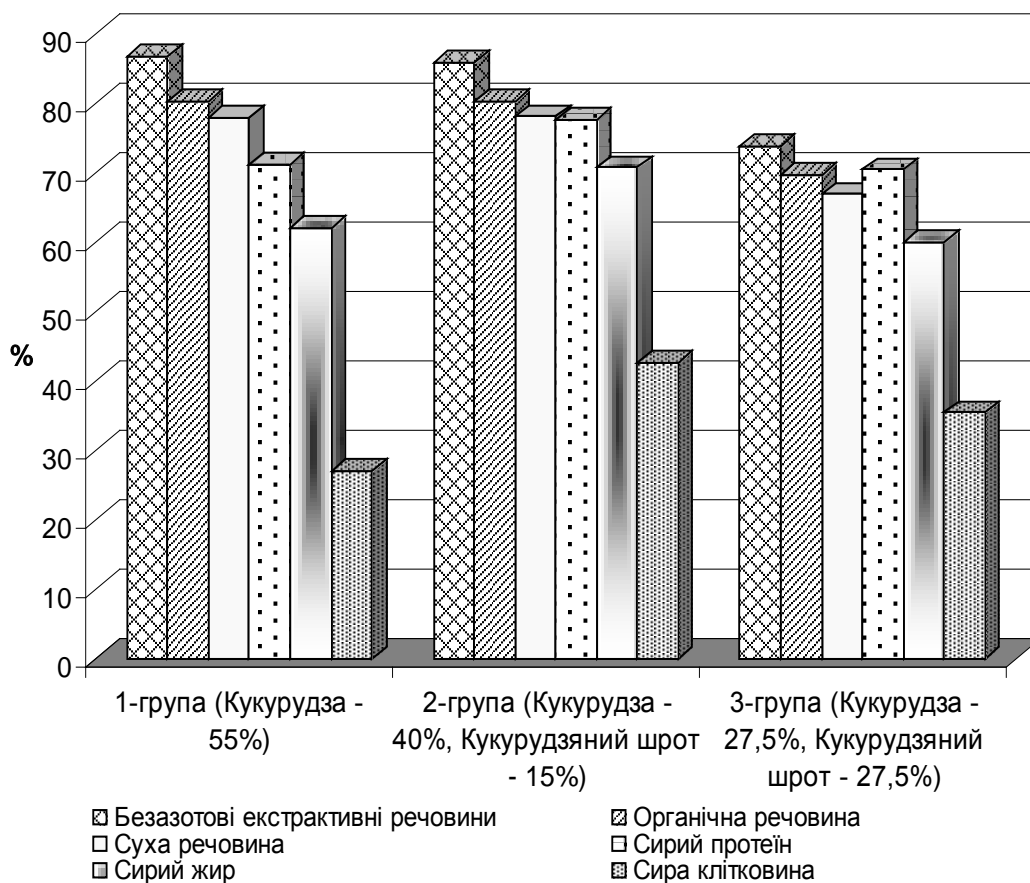
Для визначення впливу кукурудзяного шроту на продуктивність свиней та перетравність і засвоєння поживних речовин кормових сумішей на фізіологічному дворі лабораторії зоотехнічної оцінки кормів Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН було проведено фізіологічний дослід на кабанчиках великої білої породи.

Результати отримані в фізіологічному досліді на кабанчиках живою масою 35 – 40 кг показали, що заміна в раціонах 15% кукурудзи на шрот високобілковий кукурудзяний сприяє підвищенню перетравності поживних речовин (рис. 5).

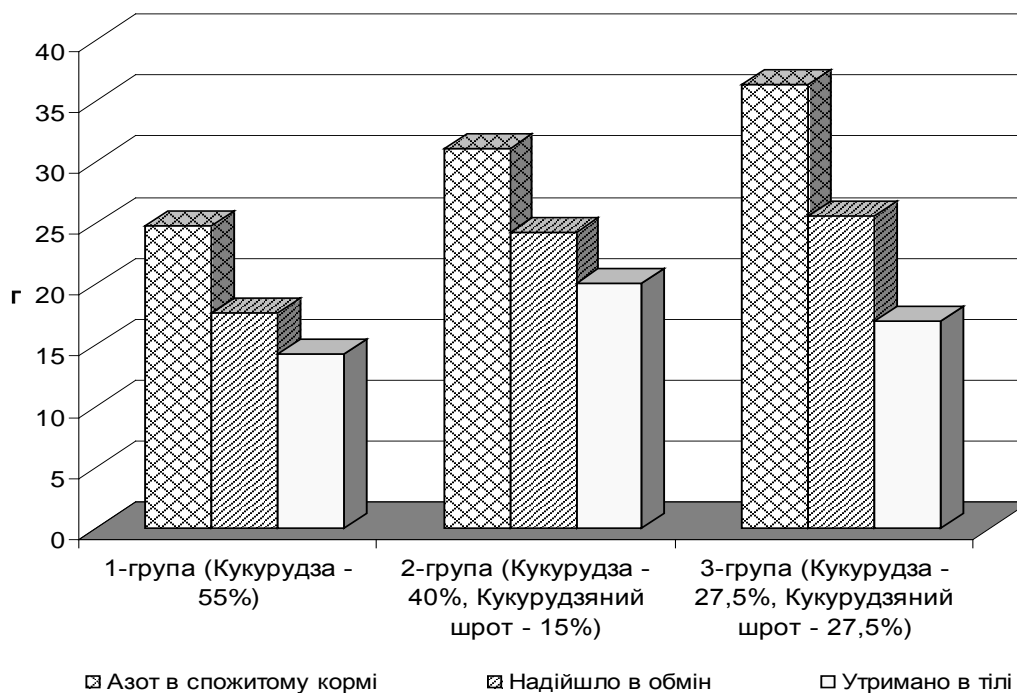
Спостерігалось достовірне підвищення перетравності протеїну на 6,5% (td = 5,8), сирого жиру – 8,7% (td = 3,2) і сирої клітковини – 15,5% (td = 7,0).

Слід відмітити, що при подальшому підвищенні в кукурудзяних раціонах свиней кількості шроту до 27,5% спостерігалось зниження перетравності всіх поживних речовин. Так протеїн, який надходив до раціонів свиней із «кукурудзяним шротом» перетравлювався тваринами на 24%.

Аналіз балансу азоту і отриманого від тварин середньодобового приросту показав, що найбільш ефективно використання протеїну на кукурудзяних раціонах спостерігається при додаванні до таких раціонів 15% шроту кукурудзяного високобілкового (рис. 6).



**Рис. 5. Перетравність речовин добових раціонів у свиней**



**Рис. 6. Середньодобовий баланс азоту у свиней**

При заміні у раціонах свиней 15% кукурудзи на «кукурудзяний шрот» утримання азоту в їх тілі підвищилось на 5,7 г (39,9%) порівняно з контрольними тваринами, а при збільшенні «кукурудзяного шроту» в раціонах до 27,5% – на 2,6 г (18,6%).

**Висновки.** Підвищення в раціонах свиней концентрованого кукурудзяного білка за рахунок додавання «кукурудзяного шроту» більше 15% є неефективним. Це підтверджується фізіологічними дослідженнями, результати яких вказують на зниження перетравності кормових раціонів і засвоєння азоту у свиней.

#### **Бібліографічний список**

1. *Энциклопедия* Кольера. Режим доступу до журналу: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_colier/6914/%D0%9A%D0%A3%D0%9A%D0%A3%D0%A0%D0%A3%D0%97%D0%90](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/6914/%D0%9A%D0%A3%D0%9A%D0%A3%D0%A0%D0%A3%D0%97%D0%90).
2. *Кольниченко Г. И., Сировтов А. В., Панферов В. И., Тарлаков Я. В.* Биомасса и биотопливо в энергетическом обеспечении отраслей экономики страны. – Режим доступу до журналу: <http://infobio.ru/news/612.html>.
3. *Матеріали міжнародної промислової конференції «Біопаливо. Україна – 2009»*, Київ, 21 – 23 жовтня 2009 р.
4. *Овсянников А. И.* Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников – М. : Колос, 1976. – 302 с.



**Килимнюк А. И.** Анализ химического состава зерна кукурузы и перспективы использования в кормлении свиней отходов её переработки на спирт и биоэтанол // Корми і кормовиробництво. – 2013. – Вип. 77. – С. 300 – 307.

Приведены результаты лабораторных исследований химического состава зерна кукурузы и отходов переработки её на спирт и биоэтанол (кукурузный шрот). В физиологических опытах на животных исследовано оптимальное количество введения (кукурузного шрота) в рацион растущих свиней.

**Kylymnyuk A. I.** Analysis of chemical composition of maize grain and prospects for the use in feeding pigs of wastes of its processing into bioethanol and alcohol // Feeds and Feed Production. – 2013. – Issue 77. – P. 300 – 307.

Results of the laboratory tests on the chemical composition of maize grain and wastes of its processing into alcohol and bioethanol (maize meal) are presented. Optimum amount of maize meal in diets of young pigs is determined in physiological experiments on animals.