

УДК 636.086/087

© 2025

**ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕТРАВНОСТІ  
НЕЙТРАЛЬНО-ДЕТЕРГЕНТНОЇ  
І КИСЛОТНО-ДЕТЕРГЕНТНОЇ  
КЛІТКОВИНИ ГРУБИХ  
ТА СОКОВИТИХ КОРМІВ ЗА  
УДОСКОНАЛЕНОЮ МЕТОДИКОЮ  
В УМОВАХ IN VITRO***Л.П. Чернолата<sup>1</sup>, А.В. Гуцол<sup>2</sup>, Н.В. Гуцол<sup>3</sup>, О.О. Мисенко<sup>4</sup>**<sup>1</sup>кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник**<sup>2</sup>доктор сільськогосподарських наук, професор**<sup>3</sup>кандидат сільськогосподарських наук**<sup>4</sup>кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник**Інститут кормів та сільського господарства Поділля**Національної академії аграрних наук України**просп. Юності, 16, м. Вінниця, 21100, Україна**e-mail: <sup>1</sup>chornolata@gmail.com, <sup>2,3</sup>Gutsolka@i.ua, <sup>4</sup>Olga\_adler@ukr.net**ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-6970-2233, <sup>2</sup>0000-0003-1241-182X,**<sup>3</sup>0000-0002-1251-619X, <sup>4</sup>0000-0001-5847-0505*

Надійшла 20.09.2024

**Мета.** Дослідити перетравність структурних вуглеводів грубих і соковитих кормів із застосуванням в умовах *in vitro* ферментного комплексу, ідентичного ензимам тваринного організму. **Методи.** Вміст нейтрально-детергентної клітковини (НДК) визначали методом гідролізу корму в нейтральному детергенті, а вміст кислотно-детергентної клітковини (КДК) — із використанням кислотного детергенту. Перетравність НДК і КДК кормів установлювали методом ферментації в оптимальних умовах *in vitro* з використанням ферментного комплексу, до складу якого входять целюлаза,  $\alpha$ -амілаза і протеаза. Результати дослідження перетравності кормів порівнювали з аналогічними результатами, отриманими за застосування методу *in vivo*. **Результати.** Визначена відповідно до методичних вимог ДСТУ 8844:2019 масова частка сирової клітковини у зразках сіна, силосу та зеленої маси є нижчою за масову частку НДК у тих самих кормах. Так, у силосі кукурудзяному цей показник майже у 1,7 раза, а в сіні стоколосу безостого — більш ніж удвічі менший, попри те, що вони включають одні і ті самі вуглеводні фракції, геміцелюлозу, целюлозу та лігнін. Значення вмісту КДК і сирової клітковини досить близькі, але КДК, згідно з методичними характеристиками, включає лише целюлозу і лігнін. Найнижчий коефіцієнт перетравності НДК мало сіно, заготовлене зі стоколосу безостого у фазу колосіння, а найвищий — сіно люцерни посівної, заготовлене у фазу бутонізації—цвітіння. Майже аналогічні дані щодо коефіцієнтів перетравності були отримані у досліді *in vivo* на жуйних тваринах: різниця між значеннями перебувала у межах похибки. Дещо більша різниця між коефіцієнтами перетравності КДК

**зазначених кормів. Якщо коефіцієнти перетравності КДК у силосі та зеленій масі кукурудзи досить близькі, то у пирійно-злаковому концентраті коефіцієнт перетравності КДК в умовах *in vitro* становить 21,42%, а в умовах *in vivo* — 18,00%. Аналогічний результат отримано щодо коефіцієнта перетравності КДК сіна стоколосу безостого — 20,95 та 17,73%. У сіна люцерни посівної у фазу бутонізація—початок цвітіння коефіцієнти перетравності КДК у дослідях *in vitro* й *in vivo* були майже на одному рівні і в межах похибки — 41,45 та 40,62%. Висновки. Пропонований метод визначення перетравності нейтрально-детергентної та кислотнo-детергентної клітковини грубих і соковитих кормів в умовах *in vitro* дає змогу з високою точністю та мобільністю встановлювати коефіцієнти перетравності цих органічних речовин в організмі сільськогосподарських тварин.**

**Ключові слова:** перетравність, нейтрально-детергентна клітковина, кислотнo-детергентна клітковина.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202501-04>

У кормах для сільськогосподарських тварин вуглеводи є одним з основних джерел енергії, вони беруть участь у синтезі амінокислот, нуклеїнових кислот та ліпідів. Вуглеводна поживність грубих і соковитих кормів є важливим фактором при відгодівлі великої рогатої худоби [1]. Для здорового травлення тварин потрібні вуглеводні речовини, що містяться в кормах, а саме крохмаль, цукри, геміцелюлоза, целюлоза. Вони забезпечують тварин енергією. Але якщо крохмаль і цукри перетравлюються в організмі тварини повністю, то перетравність структурних вуглеводів варіює в межах від 20 до 80% залежно від міцності їхніх зв'язків із лігніном. Послабленню цих зв'язків, а отже, підвищенню перетравності вуглеводів сприяють ферменти [2].

Для характеристики вуглеводних фракцій корму визначали і брали до уваги низку різних показників. Йдеться, зокрема, про кількість сирової клітковини, яка складається переважно з целюлози та лігніну, нейтрально-детергентної клітковини, до складу якої входять геміцелюлоза, целюлоза та лігнін, а також кислотнo-детергентної клітковини, що містить целюлозу та лігнін. Крім того, визначали такі показники, як сума структурних вуглеводів та вміст кожної її складової, а саме

геміцелюлози, целюлози, лігніну. Всі ці показники для кожного виду кормів (сіна, сінажу, силосу, трав'яного борошна, гранул, пилет тощо), виготовлених із зеленої маси кормових сільськогосподарських культур, є різними. Корми відрізняються не лише за вмістом та співвідношенням поживних речовин, а й за структурою, тому їх перетравність в організмі кожного виду тварин також є різною. Це обов'язково слід враховувати при розробленні раціонів та схем годівлі, адже клітковина чинить депресивну дію на процеси травлення в організмах тварин [3, 4].

Методика зоотехнічного аналізу має низку неточностей. Так, показник сирової клітковини визначається з використанням реактивів, що здатні видаляти з її фракції до 60% целюлози, 80% геміцелюлози і від 10 до 95% лігніну. Всі ці речовини враховуються як складові фракції безазотових екстрактивних речовин (БЕР), яка в результаті стає менш перетравною, ніж сира клітковина, чого в принципі не може бути. З цієї причини в зарубіжній зоотехнічній практиці дані про вміст БЕР і сирової клітковини практично не використовуються для встановлення поживності кормів [5]. Альтернативою їм є кількість нейтрально-детергентної клітковини і неструктурних вуглеводів (НСВ).

Відомо, що клітинні стінки рослин складаються переважно з геміцелюлози, целюлози, лігніну, пектину. Ці речовини утворюють міцну структуру клітинної стінки, тому їх називають структурними вуглеводами. Крім того, з матеріалом клітинних стінок міцно зв'язана певна кількість білка і ліпідних речовин, що також слід обов'язково враховувати.

Нейтрально-детергентна клітковина — це залишок від екстракції наважки корму киплячим нейтральним розчином натрію лаурилсульфату і етилендіамінотетраоцтової кислоти (ЕДТА). Загалом екстрактом видаляються безазотисті складові клітинної стінки, такі як білки, розчинні цукри, крохмаль, жир, пектини, органічні кислоти. Утворюється залишок, який і є НДК, він складається переважно з геміцелюлози, целюлози, лігніну [6, 7]. Проведення детального хімічного дослідження кормів з поглибленим аналізом вуглеводного складу сировини як основної частки запасних речовин дає можливість удосконалити оцінювання енергетичної поживності, насамперед тих кормів, що містять високу частку структурних вуглеводів [8].

Встановлено, що вміст та співвідношення геміцелюлози, целюлози та лігніну у зеленій масі кормових культур під час росту і розвитку постійно змінюються. Кожна фаза вегетації рослинного організму характеризується певним вмістом та співвідношенням цих вуглеводних фракцій. Контролюючи ці характеристики, можна встановити оптимальний період придатності сировини для заготівлі та виробництва соковитих і грубих кормів [9–11].

Під час годівлі тварин важливо брати до уваги перетравність основних поживних речовин, зокрема структурних вуглеводів. Таку інформацію, як правило, отримують в результаті проведення балансових дослідів на тваринах. Це складні і тривалі дослідження, під час здійснення яких тварин утримують у спеціально підготовлених клітках, враховують кількість спожитого ними корму, залишки корму, виділені неперетравлені рештки, а також кількість сечі. Далі визначають уміст всіх основних поживних речовин

(сухих і органічних речовин, сирого протеїну, сирого жиру, НДК, КДК та інших), а потім обраховують коефіцієнти їх перетравності.

У разі застосування методів *in vitro*, на відміну від трудомістких методів *in vivo*, використовують ферменти, ідентичні тим, що працюють у шлунково-кишковому тракті тварин, і термостати, які впродовж певного проміжку часу підтримують температуру тіла тварин. Одна з методик передбачає визначення перетравності сухої речовини, яке проводять відповідно до стандартів. Сутність цього методу полягає у визначенні ступеня перетравності сухої речовини за використання таких ферментів, як пепсин і целловіридин. Існує низка патентів на способи підвищення перетравності поживних речовин в організмі тварин з використанням ферментних препаратів [12–15]. Останнім часом особлива увага приділяється питанню вуглеводного живлення сільськогосподарських тварин, що потребує досліджень та розробки способів оцінювання ефективності використання поживних речовин організмом тварин. Така інформація буде корисною для виробництва високоякісних кормів. Підвищення енергетичної поживності та перетравності сухої речовини грубих і соковитих кормів у галузі кормовиробництва сприяє отриманню високоякісної продукції тваринництва [10].

**Мета досліджень** — визначення перетравності структурних вуглеводів грубих і соковитих кормів із застосуванням в умовах *in vitro* ферментного комплексу, ідентичного ензимам тваринного організму.

**Матеріали і методи досліджень.** Досліджували зразки кормів зеленої маси, сіна, силосу, виготовлених із різних сільськогосподарських культур, на вміст нейтрально-детергентної та кислотно-детергентної клітковини. Для цього використовували їх повітряно-сухі проби, в яких визначали вміст зазначених показників відповідно до стандартів [6, 7]. Для встановлення їх перетравності використовували пробу корму у кількості 500 мг, зважену з похибкою  $\pm 0,001$  г.

Наважку поміщали в пробірку, попередньо висушену до постійної ваги, заливали 50 см<sup>3</sup> 0,1 н розчину солянокислого пепсину, закривали і поміщали в термостат при температурі 38–40 °С на 24 год. Після цього надосадову рідину видаляли, застосовуючи водоструминний насос та центрифугу з частотою обертів 2500 хв<sup>-1</sup>. До залишку додавали Целозім Ультра, який містить целюлазу, α-амілазу, протеазу, і поміщали його в термостат на 48 год при температурі 38–40 °С. Далі осадову рідину видаляли, а залишок висушували в сушильній шафі за температури 100–105 °С до постійної ваги. Під час кожного дослідження для порівняння використовували контрольні зразки, перетравності яких була визначена методом *in vivo*.

**Результати досліджень.** Масову частку нейтрально-детергентної клітковини у кормах визначали методом гідролізу наважки корму в нейтральному детергенті на основі лаурилсульфат натрію, етилендіамінтетраоцтової кислоти, натрію тетраборату й натрію фосфату. Її кількість розраховували за різницею маси еталонного зразка і еталонного фільтра (табл. 1).

В аналогічний спосіб визначали масову частку кислотного-детергентної клітковини, використовуючи кислотний детергент на основі ацетилтриметиламонію броміду та розчину сірчаної кислоти.

Масова частка сирової клітковини, визначена згідно з ДСТУ 8844:2019 [16], була значно нижчою за цей показник НДК у тих самих кормах: у силосі кукурудзяно-му — майже в 1,7 раза, а в сіні стоколосу

безостого — більш ніж удвічі. З огляду на те, що НДК також включає геміцелюлозу, целюлозу та лігнін, це викликає сумнів. Водночас показники вмісту КДК і сирової клітковини досить близькі попри те, що КДК, згідно з методичними характеристиками, включає лише целюлозу і лігнін.

Дослідження з визначення перетравності нейтрально-детергентної та кислотного-детергентної клітковини кормів проводили методом ферментації в оптимальних умовах *in vitro* з використанням ферментного комплексу, що містить целюлазу, α-амілазу і протеазу. Для досліджень було використано дозу 0,5 г, визначену з урахуванням активності наявних ферментів. Так, наважку 0,5 г мультиензимної композиції, яка містила 3500 одиниць активності целюлази, 800 000 одиниць активності α-амілази і 45 000 од. активності протеази, розчиняли у 100 см<sup>3</sup> цитрат-фосфатного буфера з рН = 6,5 у розрахунок, що 1 см<sup>3</sup> розчину містить 50 мг ферментного комплексу. У пробірки, попередньо висушені до постійної ваги, поміщали по 200 мг нейтрально-детергентної та кислотного-детергентної клітковини різних видів корму, додавали у кожен з них 10 см<sup>3</sup> розчину і розміщали їх у біологічному термостаті на 24 год при температурі 38–40 °С. Періодично (три-чотири рази) вміст пробірок струшували, щоб частинки корму не залишалися на стінках пробірок. Після завершення терміну розщеплення перетравлену надосадову рідину видаляли, промивали неперетравлений залишок дистильованою водою, осад переміщали на фільтр та

**1. Показники, що характеризують клітковину грубих та соковитих кормів, % (M±t, n=3)**

Вид корму	НДК, %	КДК, %	Сира клітковина, %
Силос кукурудзяний	41,07±2,28	25,61±1,69	24,44±0,92
Зелена маса з кукурудзи	33,97±0,96	19,51±1,28	20,71±1,12
Пирійно-злаковий концентрат	55,22±2,62	32,43 ±1,29	34,10±0,88
Сіно стоколосу безостого (фаза колосіння)	57,21±0,78	29,27±1,21	27,81±1,21
Сіно люцерни посівної (фаза бутонізація—початок цвітіння)	36,95±1,44	23,30±1,56	18,47±1,37

## 2. Коефіцієнти перетравності НДК грубих та соковитих кормів, % ( $M \pm m$ , $n=3$ )

Вид корму	Отримано у дослідях	
	<i>in vitro</i>	<i>in vivo</i>
Силос кукурудзяний	41,89±1,16	42,12±1,05
Зелена маса з кукурудзи	46,77±0,19	47,62±1,42
Пирійно-злаковий концентрат	41,86±1,43	42,22±0,92
Сіно зі стоколосу безостого (фаза колосіння)	27,22±0,49	30,25±0,84
Сіно зі люцерни посівної (фаза бутонізація—початок цвітіння)	47,96±0,53	46,59±1,00

## 3. Коефіцієнти перетравності КДК грубих та соковитих кормів, % ( $M \pm m$ , $n=3$ )

Вид корму	Отримано у дослідях	
	<i>in vitro</i>	<i>in vivo</i>
Силос кукурудзяний	15,12±0,91	14,09±0,44
Зелена маса з кукурудзи	16,45±0,24	15,32±0,51
Пирійно-злаковий концентрат	21,42±0,15	18,00±0,94
Сіно стоколосу безостого (фаза колосіння)	20,95±0,14	17,73±0,24
Сіно люцерни посівної (фаза бутонізація—початок цвітіння)	41,45±0,40	40,62±0,73

висушували за температури 100–105 °С до постійної маси. Перетравність НДК і КДК корму *in vitro* обраховували (%) за формулою:

$$P_{\text{ср}} = 100 - \left[ \frac{m_1}{m} \times 100 \right],$$

де  $m$  — маса залишку клітковини (НДК чи КДК) корму;  $m_1$  — маса залишку клітковини після перетравлення за дії ферментного комплексу.

Найнижчий коефіцієнт перетравності НДК мало сіно, заготовлене зі стоколосу безостого в фазу колосіння, а найвищий — сіно з люцерни посівної, заготовлене у фазу бутонізація — цвітіння. Такий висновок підтверджено коефіцієнтами перетравності, отриманими в дослідях на жуйних тваринах, хоча ці самі показники, визначені в умовах *in vivo*, були дещо вищими, особливо у сіні зі стоколосу безостого у фазу колосіння (табл. 2).

Зазначимо, що коефіцієнти перетравності, встановлені під час лабораторних дослідів в умовах *in vitro*, були дещо нижчими від аналогічних показників, отриманих у дослідях *in vivo*, але загалом достатньо близькими, адже різниця була у межах похибки. Що стосується коефіцієнтів перетравності КДК, то їх значення, отримані в умовах *in vitro*, були вищі: на 7% у зразках силосу та зеленої маси, на 18% — у зразках концентрату пирійно-злакового й сіна зі стоколосу і лише на 2% у зразках сіна з люцерни посівної, заготовленого у фазу бутонізація — цвітіння, але достатньо інформативні (табл. 3).

У сіна люцерни посівної, заготовленого у фазу бутонізація — початок цвітіння, коефіцієнти перетравності КДК у дослідях *in vitro* та *in vivo* були майже однаковими — 41,45 та 40,62%, тобто у межах допустимої похибки.

## Висновки

Визначення перетравності нейтрально-детергентної та кислотно-детергентної клітковини грубих

і соковитих кормів в умовах *in vitro* розробленим методом дає змогу значно швидше встановлювати коефіцієнти

перетравності цієї органічної речовини в організмі сільськогосподарських тварин та балансувати їх годівлю відповідно до потреб. Адже різниця у показниках коефіцієнтів перетравності НДК і КДК хоч і є, але вони дуже близькі, а головне, на їх отримання витрачається

значно менше часу і матеріалів, ніж в умовах *in vivo*. Виняток становлять злакові культури, в яких коефіцієнти перетравності КДК дещо вищі за використання описаного методу в умовах *in vitro*, проте вони все ж достатньо інформативні.

**Chornolata L.<sup>1</sup>, Hutsol A.<sup>2</sup>, Hutsol N.<sup>3</sup>, Mysenko O.<sup>4</sup>**

*Institute of Feed Research and Agriculture of Podillia of NAAS, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, 21100, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>[l.chornolata@gmail.com](mailto:l.chornolata@gmail.com), <sup>2</sup>[gutsolka@i.ua](mailto:gutsolka@i.ua), <sup>3</sup>[Olga\\_adler@ukr.net](mailto:Olga_adler@ukr.net); ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-6970-2233, <sup>2</sup>0000-0003-1241-182X, <sup>3</sup>0000-0002-1251-619X, <sup>4</sup>0000-0001-5847-0505*

#### **Determination of the digestibility of neutral- and acid-detergent fiber of rough and succulent feeds using an improved method *in vitro***

**Goal.** To study the digestibility of structural carbohydrates of rough and succulent feeds using an enzyme complex identical to the enzymes of the animal body *in vitro*. **Methods.** The content of neutral-detergent fiber (NDF) was determined by the method of hydrolysis of feed in a neutral detergent, and the content of acid-detergent fiber (ADF) was determined using an acid detergent. The digestibility of NDF and ADF of feeds was determined by the method of fermentation under optimal conditions *in vitro* using an enzyme complex consisting of cellulase,  $\alpha$ -amylase, and protease. The results of the study of feed digestibility were compared with similar results obtained using the *in vivo* method. **Results.** The mass fraction of crude fiber in hay, silage and green mass samples determined following the methodological requirements of DSTU 8844:2019 was lower than the mass fraction of NDC in the same feeds. Thus, in corn silage, this indicator was almost 1.7 times lower, and in awnless hay — more than half lower, despite the fact that they included the same

carbohydrate fractions, hemicellulose, cellulose, and lignin. The values of the content of ADF and crude fiber are quite close, but ADF, according to the methodological characteristics, included only cellulose and lignin. The lowest NDF digestibility coefficient was in hay harvested from awnless hay in the earing phase, and the highest was in lucerne hay harvested in the budding-flowering phase. Almost similar data on digestibility coefficients were obtained in «*in vivo*» experiments on ruminants: the difference between the values was within the error range. The difference between the digestibility coefficients of the ADF of the indicated feeds was somewhat greater. If the digestibility coefficients of the ADF in silage and green mass of corn were quite close, then in wheatgrass concentrate the digestibility coefficient of the ADF in *in vitro* conditions was 21.42%, and in *in vivo* conditions — 18.00%. A similar result was obtained regarding the digestibility coefficient of the ADF of the awnless stokolos (*Bromus L.*) hay — 20.95 and 17.73%. In lucerne hay in the budding–beginning of the flowering phase, the digestibility coefficients of the ADF in «*in vitro*» and «*in vivo*» experiments were almost at the same level and within the error range — 41.45 and 40.62%. **Conclusions.** The proposed method for determining the digestibility of neutral- and acid-detergent fiber of rough and succulent feeds *in vitro* allowed determining the digestibility coefficients of these organic substances in the body of farm animals with high accuracy and mobility.

**Key words:** digestibility, neutral-detergent fiber, acid-detergent fiber.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202501-04>

### **Бібліографія**

1. Кулик М.Ф., Олексюк О.П., Обертюх Ю.В., Зелінська І.П. Оцінка продуктивної дії вологого консервованого і сухого зерна кукурудзи в годівлі корів в умовах молочних комплексів. *Корми і кормовиробництво*. 2021. 92. С. 160–171 doi: 10.31073/кормовиробnytstvo202192-1

2. Тимченко Л.О. Спеціалізоване м'ясне скотарство як стратегічна галузь. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 1. С. 39–45. URL: [https://](https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2015_01_06.pdf)

[agrovisnyk.com/pdf/ua\\_2015\\_01\\_06.pdf](https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2015_01_06.pdf)

3. Ramzan H.N., Tanveer A., Maqbool R. et al. Use of sugarcane molasses as an additive can improve the silage quality of sorghum-sudangrass hybrid. *Pak. J. Agri. Sci.* 2022. 59(1). P. 75–81. doi: 10.21162/pakjas/22.522

4. Бомко В.С., Даниленко В.П., Бабенко С.П. та ін. Особливості формування і годівлі високопродуктивного стада корів: монографія.

Біла Церква: БНАУ, 2019. 372 с. URL: [https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/5715/1/Osoblyvosti\\_formuvannia.pdf](https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/5715/1/Osoblyvosti_formuvannia.pdf)

5. Демидась Г.І., Пророченко С.С., Свистунова І.В. Поживна цінність та енергоємність корму люцерно-злакових травосумішок залежно від технологічних факторів вирощування. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. № 1. С. 13–21. doi: 10.31548/agr2019.02.013

6. ДСТУ ISO 16472. Корми для тварин. Визначення нейтрально-детергентної клітковини після обробки амілазою. Київ: Мінекономрозвитку, 2014. 8 с.

7. ДСТУ ISO 13906:2013. Корми для тварин. Метод визначення вмісту кислотнo-детергентної клітковини (КДК) і кислотнo-детергентного лігніну (КДЛ). Київ: Мінекономрозвитку, 2014. 9 с.

8. Carrillo-Díaz M.I., Miranda-Romero L.A., Chávez-Aguilar G. et al. Improvement of Ruminant Neutral Detergent Fiber Degradability by Obtaining and Using Exogenous Fibrolytic Enzymes from White-Rot Fungi. *Animals*. 2022. 12(7). P. 843. doi: 10.3390/ani12070843

9. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В., Задорожна І.С. Становлення та розвиток кормовиробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 54–60. doi: 10.31073/agrovisnyk201811-08

10. Lisu A., Nastiti H., Koten B. Kandungan acid detergent fiber, neutral detergent fiber dan selulosa hijauan indigofera zollingeriana pada jenis tanah yang berbeda. The content

of acid detergent fiber, neutral detergent fiber and cellulose Indigofera zollingeriana forage. *J. nukleus Peternakan*. 2022. N 9(1). P. 85–91. doi: 10.35508/nukleus.v9i1.6638

11. Чернолата Л.П., Здор Л.П., Лихач С.М., Новаковська В.Ю. Кормова та біологічна цінність вуглеводно-лігнінового комплексу зеленої маси люцерни посівної. *Корми і кормовиробництво*. 2022. Вип. 93. doi: 10.31073/kormo\_vyrobnytstvo202293

12. Чернолата Л.П., Новаковська В.Ю. Ферментна целюлозоамілолітична кормова добавка для свиней: пат. на корисну модель 101759 Україна: МПК А 23 К 20/00 (2016.01); опубл. 25.09.2015. Бюл. № 18.

13. Коваленко В.Ф., Держговський О.О., Соляник М.Б., Біндюг О.А., Зінов'єв С.Г., Чирков О.А. Спосіб підвищення перетравності кормів: пат. на корисну модель 39090 Україна: МПК А23К 00/01; опубл. 10.02.2009. Бюл. № 3.

14. Коваленко В.Ф., Зінов'єв С.Г., Яценко Л.І., Шостя А.М., Пакулова О.К. Спосіб підвищення поживності кормів: пат. на корисну модель 66045 Україна: МПК А23К 1/00; опубл. 15.04.2004, Бюл. № 4.

15. Гуцол Н.В., Мазуренко М.О., Гуцол А.В., Єфімчук С.М. Спосіб підвищення продуктивності телят: пат. на корисну модель 109885 Україна: МПК А23К 10/00, А23К 50/10; опубл. 12.09.2016, Бюл. № 17.

16. ДСТУ 8844. Корми, комбікорми, кормова сировина. Методи визначення сировинної клітковини. Київ: Мінекономрозвитку, 2019. 10 с.