

голову увеличилась на 16,9 % и уровень рентабельности – на 4,3 % по сравнению с контролем.

Литература

1. Подкислитель для комбикормов биоацид. – Киев : Биохем ЛТД, 2006.
2. Ефективність використання нового препарату – підкисловача кормів з вмістом хелатних сполук мікроелементів – у годівлі молодяку свиней / Л. М. Кузьменко [та ін.] // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – Полтава, 2011. – № 4. – С. 81-85.
3. Лавренова, В. Органические источники микроэлементов в кормлении животных / В. Лавренова // Ценовик. – 2017. – № 10. – С. 55-59.
3. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие / А. П. Калашников [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва, 2003. – 456 с.
4. Савченко, С. В испытании подкислителей на «Омском беконе» победил Селацид / С. Савченко, Д. Дрожжачих // Свиноводство. – Полтава, 2003. – № 23. – С. 14-16.
5. Препарат ветеринарный «Кронцид-Л» (с микроэлементами) : инструкция по применению // Кронос Агро [Электрон. ресурс]. – 2020. – Режим доступа: http://kronos-agro.com.ua/ru/Products_RU/RU_Kronocid/RU_KronocidLmicr.php
7. Фізіолого-біохімічні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / під ред. В. В. Влізло [та ін.]. – Вид. 3-е, перероб. і доп. – Львів, 2004. – 399 с.
8. Поливода, А. М. Методика оценки качества продуктов убоя у свиней / А. М. Поливода, Р. В. Стробыкина, М. Д. Любецкий // Методики исследований по свиноводству. – Харьков, 1977. – С. 48.
9. Плохинский, Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н. А. Плохинский. – Москва : Колос, 1969. – 256 с.
10. Почерняева, Г. М. Методика постановки научно-хозяйственных опытов по кормлению поросят-отъемышей / Г. М. Почерняева // Методики исследований по свиноводству. – Харьков, 1977. – С. 69-77.

Поступила 30.03.2020 г.

УДК 636.085.34+636.085.52

А.А. КУРЕПИН

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СИЛОСА КУКУРУЗНОГО С УЧЁТОМ СОДЕРЖАНИЯ НЕЙТРАЛЬНО- И КИСЛОТНО- ДЕТЕРГЕНТНОЙ КЛЕТЧАТКИ

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Целью данной работы является совершенствование оценки силоса кукурузного с учётом содержания нейтрально- и кислотно-детергентной клетчатки. В исследованиях установлено, что для высшего класса качества силоса кукурузного среднее содержание нейтрально-детергентной клетчатки следует считать 43,88 %±0,7, кислотно-

детергентной клетчатки – $23,46 \pm 0,37$, для первого, второго и третьего класса качества – $45,75 \% \pm 0,37$ и $24,11 \pm 0,21$, $49,62 \% \pm 0,98$ и $26,96 \pm 0,46$, $50,15 \% \pm 1,17$ и $27,08 \pm 0,91$ соответственно.

Ключевые слова: нейтрально-детергентная клетчатка (НДК), кислотно-детергентная клетчатка (КДК), силос кукурузный, оценка кормов, структурные углеводы.

A.A. KUREPIN

MODERN METHODS FOR ASSESSING THE QUALITY OF CORN SILAGE, CONSIDERING CONTENT OF NEUTRAL AND ACID-DETERGENT FIBER

*Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus
for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

The aim of this research is to improve the assessment of corn silage, considering content of neutral and acid-detergent fiber. The studies helped to determine that for the highest class of corn silage quality, the average content of neutral detergent fiber should be considered equal to $43,88 \% \pm 0,7$, acid-detergent fiber – $23,46 \pm 0,37$, for the first, second and third quality classes – $45,75 \% \pm 0,37$ and $24,11 \pm 0,21$, $49,62 \% \pm 0,98$ and $26,96 \pm 0,46$, $50,15 \% \pm 1,17$ and $27,08 \pm 0,91$, respectively.

Keywords: neutral detergent fiber (NDF), acid-detergent fiber (ADF), corn silage, feed assessment, structural carbohydrates.

Введение. Современные технологии ведения высокопродуктивного животноводства требуют создания новых физиологически адекватных и экономически обоснованных систем нормирования питания сельскохозяйственных животных, выдвигают новые требования к оценке питательности кормов и нормированию питания жвачных животных [1].

В мировой науке постоянно происходит пересмотр норм кормления и совершенствование методов оценки питательности кормов [2, 3].

Опыт развития животноводства показывает, что повышение продуктивности и снижение себестоимости животноводческой продукции примерно на 50-60 % достигнуто в основном за счёт научно-обоснованного кормления, которое зависит от производства кормов и их питательной ценности [4, 5].

Химический состав и питательность кормов изменяются по годам [6]. Большое влияние на эти показатели оказывают почвенно-климатические условия, вид и сорт растений, система агротехники, нормы внесения удобрений, сроки (фаза) вегетации и способы уборки, методы консервирования, условия хранения и технология подготовки к скармливанию [7]. Поэтому, наряду с решением основного вопроса по увеличению валового сбора кормов, необходимо иметь данные об их питательной ценности и углеводном составе, т. к. при составлении рационов они должны обеспечивать оптимальное содержание и соотношение питательных веществ [8, 9].

В последние годы к недостаткам традиционной оценки кормов относят и неточную (неадекватную) характеристику компонентов углеводного корма. Важнейшее значение в этом вопросе занимает клетчатка, которая является основой для определения норм потребления всех других питательных веществ, обеспечивая поступление в организм необходимого количества энергии.

Широко используемый при составлении рационов за рубежом метод определения клетчатки с помощью детергентов в нашей стране пока ещё не получил достаточного применения.

В Республике Беларусь в настоящее время наиболее распространённым способом определения качества корма является система зоотехнического анализа, разработанная немецкими учёными Геннебергом и Штоманном в 1860 году. По этой системе корма делят на 6 фракций: влага, сухое вещество, сырая зола, сырой белок (синоним – сырой протеин), сырой жир, сырая клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества.

Качество корма, его классность, наряду с другими показателями, определяется содержанием труднопереваримых фракций, которое с 1865 года в отечественном кормопроизводстве оценивают по уровню содержания сырой клетчатки [10]. Однако применяемая в нашей стране схема зоотехнического анализа для определения питательных веществ подвергалась критике, как устаревшая и неточная, при этом наибольшим сомнениям подвергались результаты определения сырой клетчатки и БЭВ. Дело в том, что реагенты, используемые при определении СК (растворы кислот и щёлочи), могут удалять до 60 % целлюлозы, 80 % гемицеллюлозы и от 10 до 95 % лигнина из фракции сырой клетчатки. Эти вещества попадают во фракцию БЭВ. Также установлено, что этот круг показателей явно недостаточен и позволяет определить в грубых кормах только 60 %, а в концентрированных – до 80 % фактического содержания органических веществ. Это обстоятельство приводит к тому, что и в существующих справочных пособиях по кормлению жвачных нормируется не более 60 % органического вещества рациона. Такое положение объясняется в основном тем, что широко используемые методы определения показателя «сырая клетчатка» далеко не полностью выявляет количество структурных полисахаридов – углеводно-лигнинового комплекса. Этими методами определяется лишь часть целлюлозы и лигнина, а более 50 % структурных углеводов в виде целлюлозы и гемицеллюлоз остаются не учтёнными. Кроме того, существующие нормы сырой клетчатки являются завышенными, что очень затрудняет составление практических рационов, особенно для лактирующих коров.

Простой анализ кормов на содержание сырой клетчатки не может дать объективную оценку структурных углеводов. Спустя 100 лет по-

сле введения показателя сырой клетчатки Питер Ван Соест предложил методику определения нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) – это комплекс лигнина, целлюлозы и гемицеллюлозы и кислотно-детергентной клетчатки (КДК), которая включает целлюлозу и лигнин. Лигнин, как известно, почти не переваривается даже рубцовой микрофлорой, не имеет питательной ценности и тем самым снижает переваримость НДК и других питательных веществ корма [11, 12].

Согласно выводам учёных США, показатели содержания в кормах НДК и КДК являются наиболее достоверными и информативными для характеристики кормов. По утверждениям Харитоновна Е.Л., определение НДК, КДК в объёмистых кормах позволяет учесть все составляющие клеточных стенок (целлюлозы и гемицеллюлозы) и вести их изучение в одной группе питательных веществ (структурные углеводы) [13].

Учитывая важный вклад клетчатки, современные подходы к определению качества корма и его питательности предлагается введение новых параметров для характеристики качества кормов. Согласно этим подходам стандартный анализ корма в настоящее время должен включать следующие критерии: сырой протеин, содержание сухого вещества (СВ) и вместо общепринятой «сырой клетчатки» нейтрально-детергентную клетчатку (или фракцию, не нерастворимую в нейтральном детергенте – НДК) и кислотно-детергентную клетчатку (или фракцию, нерастворимую в кислотном детергенте – КДК).

В настоящее время в Республике Беларусь при зоотехническом анализе кормов используется показатель «сырая клетчатка», а существующие в нашей стране документы [14, 15, 16, 17] не имеют сведений и требований к кормам, предназначенным на кормовые цели, по содержанию фракционного состава сырой клетчатки (НДК, КДК), нет данных о нормировании этих показателей при составлении рационов для молочных коров.

Исходя из вышеизложенного, считаем, что изучение питательности кормов и совершенствование оценки их качества с учётом содержания структурных углеводов является актуальным для сельского хозяйства.

Цель настоящих исследований является совершенствование оценки силоса кукурузного с учётом содержания нейтрально- и кислотно-детергентной клетчатки.

Материалы и методика исследований. Для достижения поставленной цели и решения задач данных исследований нами проведены в период 2012-2019 годов лабораторные опыты по определению общей питательности и количественного содержания НДК и КДК в силосе кукурузном.

Общая концепция и основные методы исследований заключаются в разработке и совершенствовании системы оценки кормов с учётом со-

держания НДК и КДК в кормах.

Химический анализ кормов проводили по схеме зоотехнического анализа согласно ГОСТу 27548-97 п. 7 [18], м. д. азота (сырого протеина) – ГОСТу 13496.4-93 п. 3 с применением автоматического анализатора UDK 159 (VELP, Италия) [19], м. д. сырой клетчатки – ГОСТу 13496.2-91 с применением полуавтоматического анализатора FIWE-6 [20], м. д. сырого жира – ГОСТу 13496.15-2016 п. 9.1 [21], м. д. золы – ГОСТу 26226-95 [22], определение растворимых и легкогидролизуемых углеводов (с антроновым реактивом) – ГОСТу 26176-91 п. 2 [23], определение обменной энергии и кормовых единиц – согласно СТБ 1223-2000 п. 6.12 [15], ГОСТу 23637-90 (приложение 2) [14].

Нейтрально-детергентную клетчатку (или фракцию, не растворимую в нейтральном детергенте – НДК) и кислотно-детергентную клетчатку (или фракцию, не растворимую в кислотном детергенте – КДК), определяли согласно методике Курилова Н.В. [24] и модифицированной методике Van-Soest [25] с применением полуавтоматического анализатора FIWE-6 [20].

Цифровые материалы обработаны методом вариационной статистики [26] на персональном компьютере с использованием пакета статистики Microsoft Excel. Статистическая обработка результатов анализа проведена по методу Стьюдента [27].

Результаты эксперимента и их обсуждение. Уровень структурных углеводов в кормах и рационах оказывает существенное влияние на потребление сухого вещества жвачными животными. Снижение НДК в кормах до оптимального уровня обеспечивает соответствующее повышение потребления сухого вещества рациона жвачными животными. Показателем качества НДК в корме является удельный вес в ней кислотно-детергентной клетчатки. Чем выше уровень КДК, тем ниже переваримость и в целом качество НДК и, как следствие, ниже потребление сухого вещества корма.

Оптимальное содержание структурообразующих углеводов в корме – одно из основных условий нормальной работы пищеварительного тракта, а также улучшения переваримости и использования органических веществ рациона жвачными животными.

Однако чрезмерно высокое содержание структурных углеводов в рационах снижает переваримость целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина.

Полученные в проведённых в течение нескольких лет исследованиях данные химического состава силоса кукурузного приведены на рисунке 1. Из полученных данных следует, что в среднем силос кукурузный имел 32,46 % \pm 0,34 сухого вещества, что соответствует согласно ГОСТу 1223-2000 высшему классу по этому показателю, содержание сырой клетчатки находилось на уровне 22,78 % \pm 0,17. При этом со-

держание структурных углеводов варьировало, так при среднем значении сырой клетчатки 22,78 % содержание НДК и КДК было 46,64 и 24,81 % соответственно, однако следует отметить тот факт, что содержание НДК и КДК по полученным данным не имело чёткой зависимости от содержания клетчатки, скорее всего, накопление НДК и КДК зависело от сроков уборки. Кормовая ценность силоса кукурузного в среднем составила 0,88 к. ед., энергетическая ценность составила 9,72 МДж.

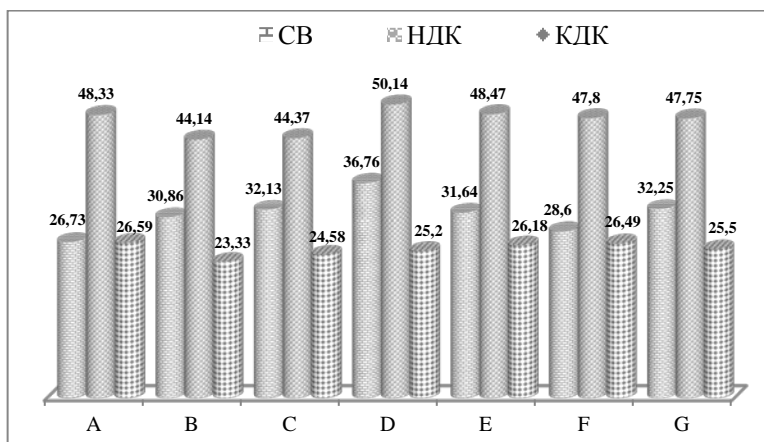


Рисунок 1 – Содержание структурных углеводов в силосе кукурузном, % в сухом веществе

Также были получены корреляционные зависимости между показателями питательности, которые отражают связь питательных веществ между собой (таблица 2).

Таблица 2 – Корреляционные зависимости между показателями питательности в силосе кукурузном

SV, %	ОЭ, МДж	СП, %	СК, %	НДК, %	КДК, %
SV, %	0,19	-0,17	-0,27	-0,24	-0,40
	ОЭ, МДж	0,45	-0,84	-0,51	-0,52
		СП, %	0,24	0,23	0,29
			СК, %	0,64	0,69
				НДК, %	0,85

В проведённых исследованиях по изучению корреляционной связи питательных веществ в силосе кукурузном установлено, что содержание сухого вещества имеет малую положительную связь с обменной энергией в $r = 0,19$ и отрицательную связь с сырым протеином $r = -$

0,18, сырой клетчаткой – $r = -0,33$, НДК – $r = -0,24$ и КДК – $r = -0,38$. Установленные коррелируемые зависимости обусловлены физиологическими закономерностями роста и развития кукурузы.

Также обратная связь получена при определении корреляционной зависимости между энергетической ценностью корма и сырой клетчаткой в $r = -0,84$, нейтрально-детергентной клетчаткой в $r = -0,51$ и кислотнo-детергентной клетчаткой в $r = -0,52$.

Полученные данные свидетельствуют о том, что имеется связь между показателями энергетической ценности и волокнистами компонентами корма, при увеличении сырой клетчатки происходит сжигание обменной энергии. Данная зависимость объясняется тем, что по мере созревания растения от молочно-восковой до конца восковой спелости зерна кукурузы происходит снижение энергетической ценности корма.

Следует отметить, что между показателями сырого протеина и сырой клетчатки, НДК и КДК имеется слабая положительная связь, это скорее обусловлено стадией заготовленного силоса от молочно-восковой до середины восковой спелости.

С целью определения оптимальных значений по содержанию структурных углеводов в силосе кукурузном весь массив данных был оценён согласно ГОСТу 1223-2000 [15], каждому образцу был присвоен класс качества и весь массив сгруппировали по классам, образцы в которых не определяли наличие масляной кислоты с общей выборки были исключены.

Данные по химическому составу и содержанию структурных углеводов силоса кукурузного по классам качества приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание структурных углеводов силоса кукурузного по классам качества

Наименование	СВ, %	НДК, %	КДК, %
Высший класс	35,31	43,88	23,46
1 класс	34,25	45,75	24,11
2 класс	28,55	49,62	26,96
3 класс	23,81	50,15	27,08

Полученные в ходе выполнения работы данные позволяют определить и установить содержания структурных углеводов для каждого класса согласно ГОСТу 1223-2000 [15].

Таким образом, в ходе исследований установлено, что для высшего класса качества силоса кукурузного среднее содержание нейтрально-детергентной клетчатки следует считать $43,88 \% \pm 0,7$, кислотнo-детергентной клетчатки – $23,46 \pm 0,37$.

Для первого класса качества силоса кукурузного среднее содержание нейтрально-детергентной клетчатки следует считать 45,75 % $\pm 0,37$, кислотно-детергентной клетчатки – 24,11 $\pm 0,21$.

Для второго класса качества силоса кукурузного среднее содержание нейтрально-детергентной клетчатки следует считать 49,62 % $\pm 0,98$, кислотно-детергентной клетчатки – 26,96 $\pm 0,46$.

Для третьего класса качества силоса кукурузного среднее содержание нейтрально-детергентной клетчатки следует считать 50,15 % $\pm 1,17$, кислотно-детергентной клетчатки – 27,08 $\pm 0,91$.

Следует также отметить, что установленные значения по содержанию НДК и КДК для каждого класса качества получены в рамках оценки питательности силоса кукурузного согласно ГОСТу 1223-2000 [15].

Заключение. Установлено, что для высшего класса качества силоса кукурузного среднее содержание нейтрально-детергентной клетчатки следует считать 43,88 % $\pm 0,7$, кислотно-детергентной клетчатки – 23,46 $\pm 0,37$. Для первого класса качества силоса кукурузного среднее содержание нейтрально-детергентной клетчатки следует считать 45,75 % $\pm 0,37$, кислотно-детергентной клетчатки – 24,11 $\pm 0,21$. Для второго класса качества силоса кукурузного среднее содержание нейтрально-детергентной клетчатки следует считать 49,62 % $\pm 0,98$, кислотно-детергентной клетчатки – 26,96 $\pm 0,46$. Для третьего класса качества силоса кукурузного среднее содержание нейтрально-детергентной клетчатки следует считать 50,15 % $\pm 1,17$, кислотно-детергентной клетчатки – 27,08 $\pm 0,91$.

Литература

1. Методы исследования питания животных / Б. Д. Кальницкий, Г. Г. Черепанов, Л. А. Заболотнов, С. Г. Кузнецов, В. И. Агафонов, Л. В. Харитонов. – Боровск, 1997. – 25 с.
2. Курепин, А. А. Интенсивность ферментативных процессов в рубце при различном уровне структурных углеводов в рационе животных / А. А. Курепин, В. О. Лемешевский, Н. Л. Фурс // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2017. – № 4(27). – С. 26-31.
3. Хотмирова, О. В. Переваривание и усвоение питательных веществ корма у коров при разном уровне нейтрально-детергентной клетчатки в рационе / О. В. Хотмирова // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2010. – № 2. – С. 44-52.
4. Организация научно-обоснованного кормления высокопродуктивного молочного скота : практические рекомендации / Е. Л. Харитонов, В. И. Агафонов, Л. В. Харитонов. – Боровск, 2008. – 106 с.
5. Корма Республики Татарстан : состав, питательность и использование : справочник / Л. П. Зарипова [и др.]. – Казань : Фэн, 1999. – 208 с.
6. Зоотехнический анализ кормов / Е. А. Петухова [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 239 с.
7. Косолапов, В. М. Кормопроизводство стратегическое направление в обеспечении продовольственной безопасности России : теория и практика / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова. – Москва : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 200 с.

8. Гибадуллина, Ф. С. Современная оценка питательности кормов / Ф. С. Гибадуллина, М. Ю. Быкова // Нива Татарстана. – 2007. - № 5. – С. 23.
9. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие / под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 2003. – 456 с.
10. Косолапов, В. Г. Оценка качества козлятника восточного по содержанию структурных углеводов в зелёной массе / В. Г. Косолапов, А. И. Федорина // Кормопроизводство. – 2013. – № 11. – С. 18-19.
11. Сизова, Ю. В. Влияние фракционного состава углеводов на молочную продуктивность коров / Ю. В. Сизова // Инновационная наука. – 2015. – № 9. – С. 123-126.
12. Van Soest, P. J. Discount factors for energy and protein in ruminant diets / P. J. Van Soest, J. Fabel, C. J. Sniffen // Proceeding of the cornel university. – 1979. - № 1. – P. 63-75.
13. Харитонов, Е. Л. Комплексные исследования рубцового и кишечного переваривания у жвачных животных в связи с прогнозированием образования конечных продуктов переваривания кормов : дисс. ... д-ра биол. наук / Е. Л. Харитонов. – Боровск, 2003. – 386 с.
14. ГОСТ 23637-90. Сенаж. Технические условия. – Введ. 01.05.91. – Москва, 1990. – 7 с.
15. СТБ 1223-2000. Силос из кормовых растений. Общие технические условия. – Введ. 2000-08-01, взамен ГОСТ 23638-90. – Минск, 2000. – 10 с.
16. Нормы кормления крупного рогатого скота : справочник / Н. А. Попков [и др.]. – Жодино : РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2001. – 260 с. – Авт. также: Радчиков В.Ф., Саханчук А.И., Цай В.П., Гурин В.К., Кот А.Н., Ковалевская Ю.Ю., Курепин А.А., Козинец Т.Г., Дедковский В.А., Каллаур М.Г., Невар А.А., Горячев И.И.
17. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа / И. В. Брыло [и др.] ; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2014. – 108 с.
18. ГОСТ 27548-97. Корма растительные. Методы определения содержания влаги. – Введ. 1.01.1999, взамен ГОСТ 27548-87. – Минск, 1997. – 6 с.
19. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. – Введ. 1.01.1995, взамен ГОСТ 13496.4-84. – Москва, 2011. – 15 с.
20. ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. – Введ. 1.07.1992, взамен ГОСТ 13496.2-84. – Москва, 1991. – 6 с.
21. ГОСТ 13496.15-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира. – Введ. 1.01.2018, взамен ГОСТ 13496.15-97. – Москва, 2016. – 12 с.
22. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. – введ. 01.01.97, взамен ГОСТ 26226-84. – Минск, 2003. – 8 с.
23. ГОСТ 26176-91. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. – Введ. 01.01.93. – Москва, 1991. – 9 с.
24. Изучение пищеварения у жвачных : методические указания / Н. В. Курилов [и др.] ; Всерос. науч.-исслед. ин-т физиологии и биохимии питания с.-х. животных. – Боровск, 1987. – 96 с.
25. Van Soest, P. J. 4 Determination of plant cell-wall constituents / P. J. Van Soest, R. H. Wine // J. Assoc. Anal. Chem. – 1968. – Vol. 50. – P. 50-55.
26. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, исправл. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.
27. Математические расчеты селекционных признаков в животноводстве : методические указания / С. Г. Менчукова [и др.]. – Горки, 1989. – 65 с.

Поступила 8.04.2020 г.