

СОДЕРЖАНИЕ СТРУКТУРНЫХ И НЕСТРУКТУРНЫХ УГЛЕВОДОВ В ТРАВСТОЕ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ НА АГРОТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

О. В. Пташец, кандидат сельскохозяйственных наук

Л. Н. Лученок, кандидат сельскохозяйственных наук

Л. В. Сижук, младший научный сотрудник

РУП «Институт мелиорации»,
г. Минск, Беларусь

Аннотация

Определено содержание структурных углеводов в травостоях люцерны посевной 2–4 годов жизни, возделываемой на агроторфяных почвах Белорусского Полесья. Проведен расчет содержания гемицеллюлозы и неструктурных углеводов. Установлено, что в сухой массе люцерны посевной содержание нейтрально-детергентной клетчатки, кислотно-детергентной клетчатки и гемицеллюлозы находилось в пределах 36,8–59,3 %, 19,7–36,5 % и 16,4–22,9 % соответственно в зависимости от года использования и вариантов опыта. Содержание неструктурных углеводов по годам жизни составило 14,8–38,4 %.

Ключевые слова: люцерна посевная (*Medicago sativa*), структурные углеводы, неструктурные углеводы, нейтрально-детергентная клетчатка, кислотно-детергентная клетчатка, гемицеллюлоза, агроторфяные почвы.

Abstract

O. V. Ptashats, L. N. Luchanok, L. V. Sizhuk

THE CONTENT OF STRUCTURAL AND NON-STRUCTURAL CARBOHYDRATES IN PLANTS OF ALFALFA, CULTIVATED ON AGRO-PEAT SOILS

The data of structural carbohydrates content in the grasses of sowing alfalfa for 2–4 years of life cultivated on agro-peat soils of the Belarusian Polesye was presented. It was found that in the dry mass of lucerne the content of neutral detergent fiber, acid-detergent fiber and hemicellulose was in the range of 36,8–59,3%, 19,7–36,5% and 16,4–22,9 %, respectively, depending on the year of use and experience options. The content of non-structural carbohydrates by years of life was 14,8–38,4%.

Keywords: sowing alfalfa (*Medicago sativa*), structural carbohydrates, non-structural carbohydrates, neutral-detergent fiber, acid-detergent fiber, hemicellulose, agro-peat soils.

Введение

В настоящее время площади под люцерной посевной увеличиваются и, по данным НПЦ НАН Беларуси по земледелию, могут достигать 300 тыс. га. В регионе Полесья эта культура стала единственной альтернативой клеверам, которые не выдерживают длительных периодов засухи, связанных с потеплением. Благодаря высокой, стабильной по годам продуктивности в складывающихся условиях люцерна посевная – основа устойчивого развития кормопроизводства. Однако качество ее зеленой массы, главным образом содержание углеводов, не изучено.

По разным данным, углеводы составляют 75–80 % от сухого вещества растений и являются основными компонентами в комплексе питательных веществ растительных кормов. Углеводы подразделяются на структурные (клетчатка) и неструктурные (сахара, крахмал, фруктозаны и др.). Количество и соотношение этих элементов углеводистого питания жвачных животных определенным образом влияет на обмен веществ, молочную продуктивность и воспроизводительную способности последних, что в конечном счете связано с использованием питательных веществ рациона [1, 2].

Сырая клетчатка дает лишь приблизительное представление о различиях в степени переваримости кормов. На сегодняшний день актуально ее разделение на кислотно-детергентную (КДК), которая включает целлюлозу и лигнин, и нейтрально-детергентную (НДК) – комплекс лигнина, целлюлозы и гемицеллюлозы [2, 3]. НДК наиболее полно отражает структурный состав клеточных стенок растений и оказывает первостепенное влияние на потребление и эффективность использования корма. КДК может служить показателем переваримости грубого корма, так как содержит высокий процент лигнина, который относится

Объекты и методы исследования

Полевые эксперименты были проведены на землях ГП «Полесская опытная станция», типичном мелиоративном объекте для региона Белорусского Полесья (Лунинецкий р-н Брестской обл.). Почвы агроторфяные, подстилаемые песком с глубины 35–40 см. Агрохимические показатели: содержание ОВ 75–78 %; pH_{KCl} – 6,5; содержание P_2O_5 ~ 410 мг/кг почвы; K_2O ~ 480 мг/кг почвы.

Люцерну посевную (сорт Превосходная) высевали беспокровно. Норма высева: 8 кг/га, 18 кг/га, 24 кг/га. Фон минерального питания: $N_0P_0K_0$, $N_0P_{40}K_{90}$, $N_0P_{90}K_{90}$. Применялось треху-

Результаты исследования и их обсуждение

Средняя урожайность зеленой массы люцерны посевной составила 719,5–990,0 ц/га на второй год жизни, 468,0–629,0 ц/га и 275,0–391,0 ц/га на третий и четвертый годы жизни соответственно. В 2019 г. люцерна четвертого года жизни сформировала только два укоса.

Количество и оптимальное соотношение легкоусвояемых, или неструктурных, углеводов (НСУ) и труднопереваримых, или структурных, углеводов (СУ) – основополагающие требования при организации полноценного питания жвачных животных, особенно высокопродуктивных молочных коров, которые больше и чаще других видов животных испытывают на себе и прессинг низкокачественных кормов, и грубые недочеты при балансировании рационов. К сожалению, управлять уровнем содержания углеводов в рационе возможно только путем подбора соответству-

к низкопереваримой части клетчатки. Чрезмерно высокое содержание НДК в корме и, главным образом, ее основной составляющей КДК снижает переваримость корма и, как следствие, потребление сухого вещества корма [4]. Более полную характеристику клетчатки дает ее анализ по фракциям – целлюлозы и гемицеллюлозы [5, 6].

Цель исследования – определить содержание структурных и неструктурных углеводов, оценить качество травостоя люцерны посевной различных годов жизни, возделываемой на агроторфяных почвах в условиях Полесья.

косное использование в фазу бутонизации – начало цветения. Данные получены по двум закладкам опыта в различных погодных условиях вегетационного периода, что позволяет говорить о репрезентативности полученных данных.

Для определения качества сухой массы использовали следующие приборы и оборудование: БИК анализатор DA 7200, Анализатор азота «VELP», Электропечь SNOL 7,2/1100, Электрошкаф сушильный SNOL 67/350, Весы Adventurer AR-2140, Бюретка для титрования (2-й класс по ГОСТ 20292-74).

ющих кормов. Для этого следует четко знать содержание этих показателей в различных культурах (в зависимости от фаз развития) и создавать базы данных, которые можно быстро использовать для оптимизации содержания НДК, КДК, гемицеллюлозы и НСУ в рационах кормления [7].

В ходе исследования по определению структурных углеводов в сухой массе (СМ) разновозрастных (2-, 3- и 4-летних) травостоев люцерны посевной, возделываемых на агроторфяных почвах, установлено, что во второй год жизни в зависимости от норм высева и фона минерального питания содержание НДК и КДК находилось в пределах 36,8–59,3 % и 19,7–36,5 %; на третий и четвертый годы жизни соответственно 39,2–50,3 % и 20,5–29,4 %, 40,4–45,6 % и 21,5–25,6 % (рис. 1), и это согласуется с литературными данными, получен-

ными в других условиях [8, 9]. Так, согласно DLG-таблице (1997) и *Lf: Bayern* (2012), содержание НДК и КДК в люцерне перед формированием бутонов – период распускания составляет 470–574 и 275–315 г/кг СМ, в период начало цветения и до конца цветения 540–620 и 315–360 г/кг СМ соответственно [10].

Анализ данных показал, что наименьшее содержание НДК и КДК в травостое было в первом укосе, независимо от норм высева, года использования и фона минерального питания, и находилось на уровне 36,8–43,2 % и 19,7–24,0 % во второй год жизни, 38,5–41,9 % и 20,5–23,8 % в третий год жизни соответственно. В последующие укосы содержание НДК увеличивается на 14,3–21,9 % во второй год пользования и на 7,3–11,2 % в третий год, КДК – на 10,8–14,7 % и на 4,3–7,4 % соответственно.

На второй год жизни во втором укосе отмечено влияние доз минеральных удобрений на содержание структурных углеводов. Так, внесение $N_0P_{40}K_{90}$ при норме высева 8 кг/га снизило содержание НДК на 2,8 % по сравнению с контролем и на 0,8 % при внесении $N_0P_{90}K_{90}$ соответственно. При норме высева 18 кг/га и 24 кг/га – на 0,9 и 0,8 %, на 1,0 и 0,8 % соответственно. На третий и четвертый годы жизни влияние минеральных удобрений на содержание структурных углеводов не выявлено. Однако внесение $N_0P_{90}K_{90}$ увеличивало содержание НДК на 0,38–1,15 % в третий год жизни и на 0,1–2,90 % в четвертый год жизни по сравнению с вариантом $N_0P_{40}K_{90}$.

Четкого влияния норм высева на содержание структурных углеводов в сухом веществе люцерны посевной не установлено.

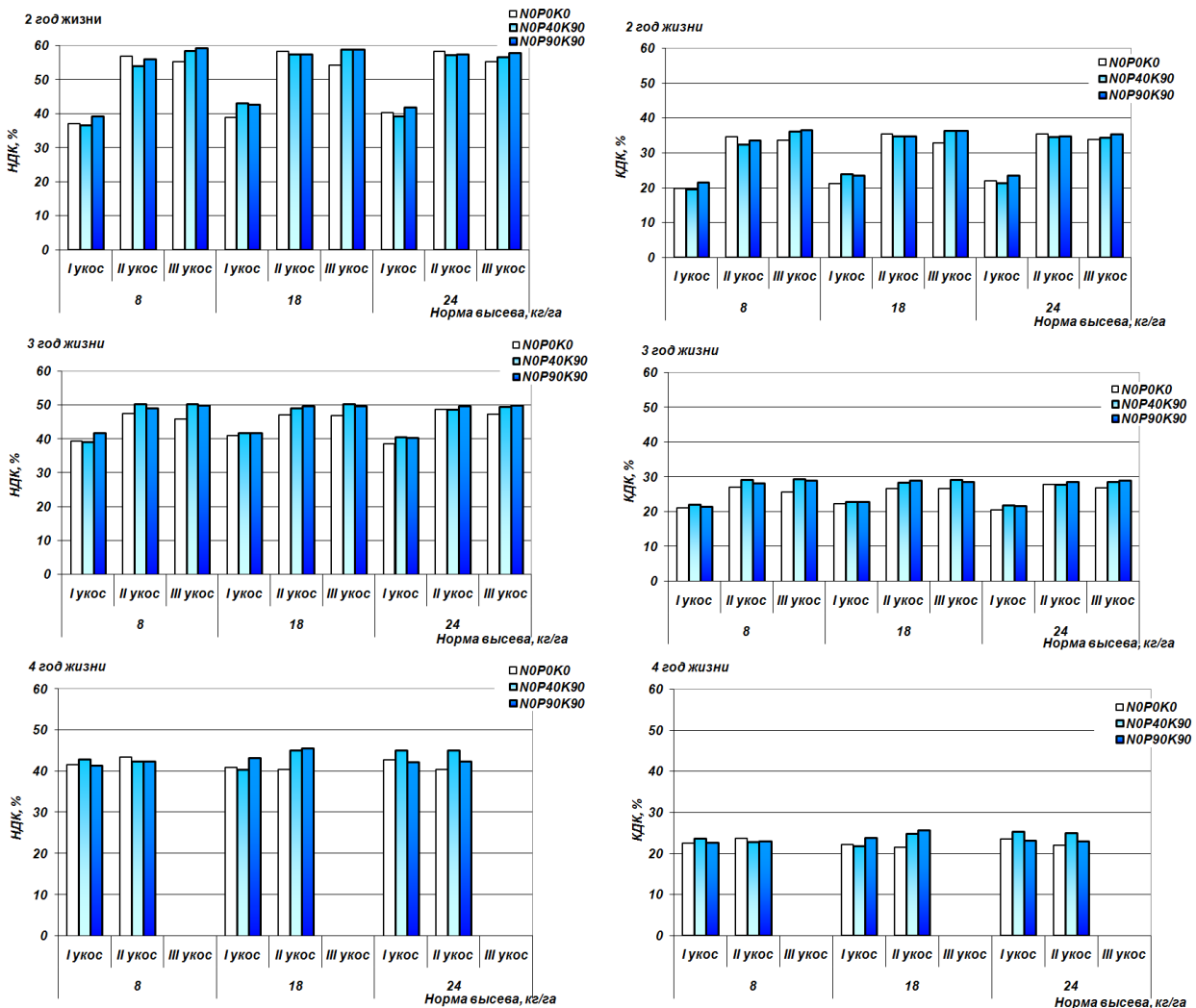


Рис. 1. Содержание НДК и КДК в разновозрастных травостоях люцерны посевной

Важной составляющей НДК является гемицеллюлоза, содержание которой в рационе напрямую коррелирует с количеством получаемого молока [11, 12]. Она может составлять 10–15 % сухого вещества рациона, является запасным питательным веществом в оболочках растительных клеток [13].

В ходе проведения оценки содержания гемицеллюлозы в сухой массе разновозрастных травостоев люцерны посевной установлено, что ее наименьшее среднее содержание за два года пользования отмечено в первый укос

и составило 17,9 % при норме высева 8 кг/га, 18,7 % – при 18 кг/га и 18,3 % – при 24 кг/га, что на 1,4–4,9 % ниже по сравнению со вторым и третьим укосами (табл.). Отмечено, что на второй год жизни трав содержание гемицеллюлозы во втором и третьем укосах на 0,7–5,3 % было выше, чем в аналогичном периоде третьего года жизни и составило 21,5–22,9 %.

Норма высева люцерны посевной и внесение минеральных удобрений не оказывали существенного влияния на содержание гемицеллюлозы в 1 кг сухой массы.

Таблица. Содержание гемицеллюлозы в травостое люцерны посевной второго и третьего года жизни, %

Вариант	Норма высева 8 кг/га			Среднее за 3 укоса	Норма высева 18 кг/га			Среднее за 3 укоса	Норма высева 24 кг/га			Среднее за 3 укоса
	укос				укос				укос			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Второй год жизни												
N ₀ P ₀ K ₀	17,3	22,5	21,7	20,5	17,7	22,9	21,5	20,7	18,2	22,9	21,6	20,9
N ₀ P ₄₀ K ₉₀	17,1	21,8	22,5	20,5	19,2	22,7	22,5	21,5	18,0	22,7	22,3	21,0
N ₀ P ₉₀ K ₉₀	17,8	22,5	22,8	21,0	19,2	22,8	22,6	21,5	18,6	22,8	22,6	21,3
НСР ₀₅	0,86	1,14	1,11	–	0,93	1,18	1,16	–	0,94	1,19	1,15	–
Среднее по укосу	17,4	22,2	22,3	–	18,7	22,8	22,2	–	18,3	22,8	22,1	–
Среднее по варианту	20,6			–	21,2			–	21,0			–
Третий год жизни												
N ₀ P ₀ K ₀	18,2	20,4	16,4	18,3	18,7	20,4	20,3	19,8	18,0	20,9	20,4	19,7
N ₀ P ₄₀ K ₉₀	17,2	21,2	21,3	19,9	19,0	20,7	21,1	20,2	18,5	20,9	20,9	20,1
N ₀ P ₉₀ K ₉₀	20,2	20,9	21,9	21,0	18,8	20,8	21,1	20,2	18,6	20,9	21,1	20,2
НСР ₀₅	0,90	1,06	1,07	–	0,94	1,01	1,10	–	0,91	1,07	1,09	–
Среднее по укосу	18,8	20,8	19,9	–	18,8	20,6	20,8	–	18,4	20,9	20,8	–
Среднее по варианту	19,7			–	20,1			–	20,0			–

Углеводы составляют большую группу питательных веществ кормов. Особенно велика доля неструктурных углеводов. Это быстро усваиваемые в организме углеводы, в число

которых входят крахмал, растворимые сахара, пектин [14]. НСУ быстро сбраживаются в рубце, образуя в большом количестве летучие жирные кислоты, которые составляют у жвачных

главный источник энергии (до 70 % от общей потребности) [15, 16]. По нормам NRC-2001, максимальное количество НСУ в рационах лактирующих коров должно составлять 36–44 %, сухостойных – 20–35 % сухого вещества [17]. С другой стороны, этот показатель необходимо учитывать и для жизнестойкости и долголетия люцерны. Так, по данным В. А. Харсеева, для обеспечения благоприятной динамики формирования площади листьев и высоких фотосинтетических потенциалов у травостоев многоукосных сортов люцерны перспективными являются сорта с содержанием неструктурных углеводов не менее 25,0–30,0 % [18]. НСУ определяется расчетным способом [14].

Содержание неструктурных углеводов в травостое люцерны посевной, возделываемой

на агроторфяных почвах, находилось на уровне 14,8–38,4 %. Отмечено, что в первом укосе содержание неструктурных углеводов значительно выше, чем во втором и третьем, независимо от фона минерального питания. Так, в сухой массе люцерны посевной второго года жизни в первом укосе содержание НСУ составило 34,6–38,4 %, 22,9–37,1 %, 31,0–32,1 % при норме высева 8 кг/га, 18 кг/га, 24 кг/га соответственно, что на 7,6–22,3 % и 7,1–22,06 % выше, чем во втором и третьем укосах. На третий год жизни разница составила 5,0–10,0 % и 7,3–11,2 % при уровне НСУ 32,1–33,7 %, 29,6–31,5 % и 31,9–33,9 % соответственно. На четвертый год жизни такой тенденции не установлено, НСУ находились в пределах 19,4–33,5 % (рис. 2).

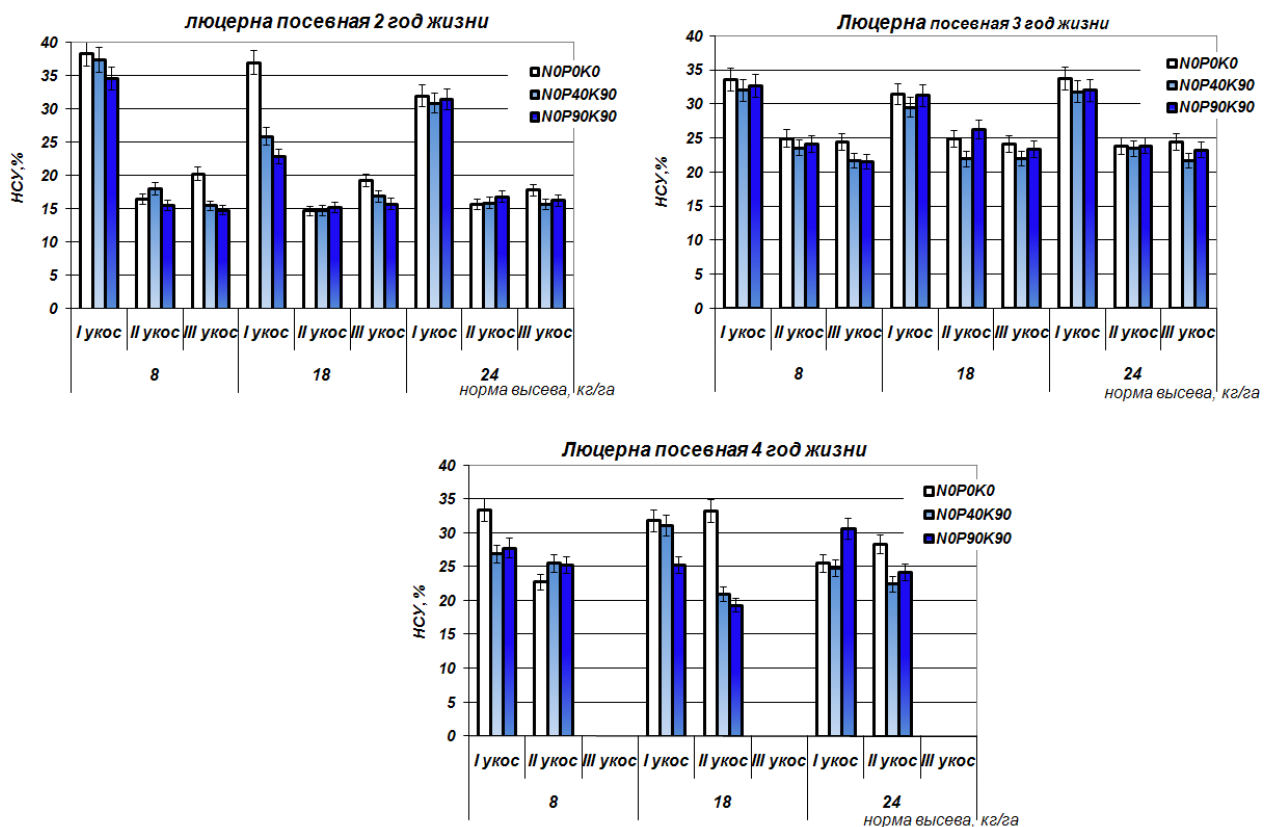


Рис. 2. Среднее содержание НСУ в разновозрастных травостоях люцерны посевной

Выводы

В исследованиях, проведенных на агроторфяных почвах Белорусского Полесья по определению количества структурных и неструктурных углеводов в сухой массе разно-

возрастной люцерны посевной, содержание НДК и КДК находилось в пределах 36,8–59,3 и 19,7–36,5 % соответственно в зависимости от года использования и вариантов опы-

та. Содержание гемицеллюлозы – на уровне 16,4–22,9%. Наименьшее содержание этих показателей отмечено в первом укосе. Содержание НСУ по годам жизни находилось в пределах 14,8–38,4%. Установлено, что в сухой массе первого укоса люцерны посевной этот показатель выше, чем во втором и третьем. Максимальное содержание НДК и КДК отмечено на второй год жизни, НСУ – на третий.

Согласно полученным нами данным, содержание структурных углеводов в сухом ве-

шестве люцерны посевной выше требуемых при создании оптимальных рационов для КРС, что не позволяет использовать ее как монокультуру в рационе. Следовательно, управлять уровнем содержания питательных веществ в рационе возможно только путем подбора соответствующих кормов, а именно балансировать корм из люцерны другими кормовыми культурами.

Библиографический список

1. Бреус, Д. А. Влияние структурных углеводов на формирование рубцового пищеварения и продуктивность бычков герефордской породы : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.02.02 / Д. А. Бреус ; ФГБНУ ВНИИМС. – Оренбург, 2006. – 20 с.
2. Харитонов, Е. Л. Принципы расчета образования субстратов и метаболитов в желудочно-кишечном тракте жвачных животных / Е. Л. Харитонов, А. М. Материкин // Докл. РАСХН. – 2001. – Вып. 3 (34). – С. 33–37.
3. Углеводный состав кормовых культур в Оренбуржье / А. В. Кудашева [и др.] // Кормопроизводство. – 2011. – № 11. – С. 33–34.
4. Structural carbohydrates content in feeding mass of breeding of samples of perennial legume grasses / S. M. Dashkevich [et al.] // Theoretical & Applied Science. – 2016. – Vol. 37, iss. 5. – P. 58–63. – DOI: <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2016.05.37.12>
5. Дусаева, Х. Б. Динамика накопления структурных углеводов в злаковых и бобовых травах / Х. Б. Дусаева // Вестн. ОГУ. – 2005. – № 2. – С. 25–27.
6. Сизова, Ю. В. Функционально-метаблическое значение углеводов в кормлении коров // Ю. В. Сизова // Вестн. НГИЭИ. – 2013. – С. 115–121.
7. Архипов, А. В. Углеводы кормов : функции, достоинства, проблемы / А. В. Архипов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2014. – № 9. – С. 46–63.
8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие / А. П. Калашников [и др.] ; под ред. А. П. Калашникова. – 3-е изд. – Москва : Россельхозакадемия, 2003. – 456 с.
9. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / М. Н. Антоненко [и др.] ; сост. : Я. Н. Бречко, М. Е. Сумонов ; ред. В. Г. Гусаков ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики НАН Беларуси. – Центр аграр. экономики. – Минск : Беларус. наука, 2006. – 709 с.
10. Питательная ценность кормовой люцерны [Электронный ресурс] // Информационный портал soft-agro.com. – Режим доступа: <https://soft-agro.com/wp-content/uploads/2018/02/Luzerna-pitatelnaja-cennost.pdf/>. – Дата доступа : 26.05.2020.
11. Мошкина, С. В. Структурные углеводы в кормлении молочного скота : учеб.-метод. пособие / С. В. Мошкина, Н. В. Абрамова, Т. Ю. Колганова. – Орел : Орловский ГАУ, 2016. – 56 с.
12. Karayilanli, E. Investigation of feed value of alfalfa (*Medicago sativa* L.) harvested at different maturity stages / E. Karayilanli, V. Ayhan // Legume Research. – 2016. – Vol. 39, iss. 2. – P. 237–247. – DOI: 10.18805/lr.v0i0F.9292.
13. Сизова, Ю. В. Молочная продуктивность и азотистый обмен у коров в первую фазу лактации при разном уровне нейтрально-детергентной клетчатки и жира в рационе : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.27 / Ю. В. Сизова ; Всерос. науч.-исслед. ин-т физиологии, биохимии и питания с.-х. животных. – Боровск, 2010. – 23 с.

14. Рядчиков, В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных : учеб.-практ. пособие / В. Г. Рядчиков. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 328 с.
15. Эффективность использования питательных веществ рационов бычками и процессы рубцового пищеварения в зависимости от фракционного состава протеина в рационе / В. Ф. Радчиков [и др.] // Стратегия развития зоотехнической науки : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию зоотехн. науки Беларуси (Жодино, 22–23 октября 2009 г.) / РУП «Научно–практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2009. – С. 258–260.
16. Левахин, Г. И. Влияние энергетической ценности рациона на использование протеина бычками / Г. И. Левахин, А. Г. Мещеряков // Животноводство России. – 2006. – № 5. – С. 10–13.
17. Nutrient Requirements of Dairy Cattle : Seventh Revised Edition. – Washington, National Academies Press, 2001. – 405 p. – DOI/10.17226/9825.
18. Харсеев, В. А. Определение селекционных параметров для создания многоукосных сортов люцерны в центральных районах Нечерноземной зоны РСФСР: дис. ... к. с.-х. наук : 06.01.05 / В. А. Харсеев. – Москва, 1984. – 201 с.

Поступила 03.06.2020 г.