

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

Л. Н. Лученок, кандидат сельскохозяйственных наук

О. В. Пташец, кандидат сельскохозяйственных наук

А. В. Юзупанов, соискатель

РУП «Институт мелиорации»,
г. Минск, Беларусь

Аннотация

В исследованиях определено содержание структурных углеводов в травостоях люцерны желтой 2–4-го годов жизни, возделываемой на агроторфяных почвах Белорусского Полесья. Проведен расчет содержания гемицеллюлозы и неструктурных углеводов. Установлено, что в сухой массе люцерны желтой содержание нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) и кислотно-детергентной клетчатки (КДК) находилось в пределах 41,18–59,35 и 22,68–36,15 % соответственно в зависимости от года использования и варианта опыта. Содержание неструктурных углеводов (НСУ) по годам жизни составило 8,6–33,1 %.

Ключевые слова: люцерна желтая, структурные углеводы, неструктурные углеводы, нейтрально-детергентная клетчатка (НДК), кислотно-детергентная клетчатка (КДК), гемицеллюлоза, агроторфяные почвы.

Abstract

L. N. Luchanok, O. V. Ptashats, A. V. Yuzupanov

CONTENTS OF STRUCTURAL AND NON-STRUCTURAL CARBOHYDRATES IN YELLOW-FLOWERED ALFALFA, CULTIVATED ON AGRICULTURAL PEAT SOILS

The studies determined the content of structural carbohydrates in the grasses of yellow-flowered alfalfa of 2–4 years of life cultivated on agricultural peat soils of the Belarusian Polesie. The calculation of the content of hemicellulose and non-structural carbohydrates is carried out. It was found that in the dry mass of yellow-flowered alfalfa, the content of neutral detergent fiber (NDF) and acid-detergent fiber (ADF) was in the range of 41.18–59.35 and 22.68–36.15 %, respectively, depending on the year of use and experience options. The content of non-structural carbohydrates (NSC) by years of life was 8.6–33.1%.

Key words: yellow-flowered alfalfa, structural carbohydrates, non-structural carbohydrates, neutral detergent fiber (NDF), acid-detergent fiber (ADF), hemicellulose, agricultural peat soils.

Введение

Углеводы составляют 75–80 % органического вещества растений, являются главным продуктом фотосинтеза и основным опорным материалом клеток и тканей. В рационах животных углеводы – основной источник энергии. Они 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 и продуктивность, что, в конечном счете, связано с использованием питательных веществ рациона [1, 2].

Содержание сырой клетчатки не может дать объективную оценку качества кормов по

структурным углеводам. Наиболее распространенным на сегодняшний день является разделение сырой клетчатки 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, т. к. содержит высокий процент лигнина, который относится к низкопереваримой части клетчатки. Более полную характеристику клетчатки дает ее

анализ по фракциям – целлюлозы и гемицеллюлозы [4, 5].

В последние годы значительно расширились площади под люцерной. Это связано с тем, что с 1989 г. начался самый продолжительный период потепления за все время инструментальных наблюдений. За это время на территории Республики Беларусь произошло увеличение сумм активных температур на 300–450 °С [6]. В результате потепления произошла смена границ агроклиматических зон (областей): Северная агроклиматическая область распалась, а на юге Белорусского Полесья образовалась новая, более теплая агроклиматическая зона. Исследования показывают, что тенденции этих изменений в последующие десятилетия сохранятся [7].

Объекты и методы исследований

Полевые эксперименты проведены на землях ГП «Полесская опытная станция» – типичном мелиоративном объекте для региона Белорусского Полесья (Лунинецкий р-н, Брестская 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 желтую (сорт Вера) высевали беспокровно. Норма высева – 8 кг/га, 18 кг/га, 24 кг/га. Фон минерального питания – $N_0P_0K_0$, $N_0P_{40}K_{90}$, $N_0P_{80}K_{90}$. Трехукосное использование

Результаты исследований и их обсуждение

В зависимости от стадии лактации и уровня продуктивности коров нормы содержания НДК должны быть в пределах 28–50 % от СВ рациона [9], минимум НДК в объемистых кормах – на уровне 15–19 %, в рационах лактирующих коров – 25–33 %, КДК – 17–21 %. Рационы, которые содержат меньше НДК и КДК, чем эти минимумы, не следует скармливать [10]. К сожалению, управлять уровнем содержания НДК и КДК в рационе возможно только путем подбора соответствующих кормов. Для этого следует четко знать содержание этих показателей в различных культурах (в зависимости от фаз развития) и создавать базы данных с их количественными характеристиками, позволяющими быстро использовать их для

В условиях увеличения засушливости климата среди кормовых трав рекомендуют расширение посевов люцерны, особенно, как наиболее засухоустойчивой, – люцерны желтой. Благодаря ее высокой стабильной по годам продуктивности в складывающихся условиях эта культура может быть основой устойчивого развития кормопроизводства [8]. Однако качество травостоев современных сортов, возделываемых в климатических условиях Полесья, не изучены.

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

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

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-го класса точности по ГОСТ 20292-74.

оптимизации содержания НДК, КДК и гемицеллюлозы в рационах кормления [11].

Анализ наших экспериментальных данных по содержанию структурных углеводов в разновозрастных (2-, 3- и 4-летних) травостоях люцерны желтой показал, что содержание НДК и КДК находилось в пределах 42,3–59,35 и 23,4–36,15 % во второй год жизни в зависимости от норм высева и фона минерального питания, 41,18–51,68 и 22,68–30,22 %, 42,70–50,0 и 23,6–28,2 % – на третий и четвертый годы жизни соответственно (рис. 1), что согласуется с данными, полученными в других условиях [12, 13]. Так, согласно DLG-таблице (1997) и Lf: Bayern (2012), содержание НДК и КДК в люцерне перед формированием

бутонов до 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 [14].

В ходе исследований установлено, что в первом укосе, независимо от нормы высева и возраста трав, содержание НДК ниже по сравнению с ее содержанием в травах второго и третьего укосов и находится в пределах 39,3–46,35 % (рис. 1). Во втором и третьем укосах содержание НДК находится в пределах 49,70–57,05 и 46,65–53,65 % соответственно. Отмечена тенденция снижения ее содержания с увеличением возраста травостоя.

На второй год жизни трав установлено влияние внесения удобрений на содержание структурных углеводов, которое наиболее выражено в третьем укосе люцерны желтой. Так,

на варианте нормы высева 8 кг/га содержание НДК при внесении $N_0P_{40}K_{90}$ снизилось на 3,20 % по сравнению с контролем, при внесении $N_0P_{90}K_{90}$ – на 5,65 %, при норме высева 18 кг/га и 24 кг/га – на 2,85 %, 3,40 % и на 4,75 %, 2,65 % соответственно.

В травостое третьего года жизни наблюдалось снижение содержания НДК на 2,23 % в третьем укосе по сравнению со вторым. Отмечено также незначительное понижение содержания НДК (до 2,25 %) при внесении удобрений на вариантах с нормами высева 8 и 18 кг/га в зависимости от укосов. На четвертый год жизни не установлено никаких закономерностей, отмечено лишь снижение содержания НДК на 1,95 % от внесения удобрений по сравнению с контролем при норме высева 24 кг/га.

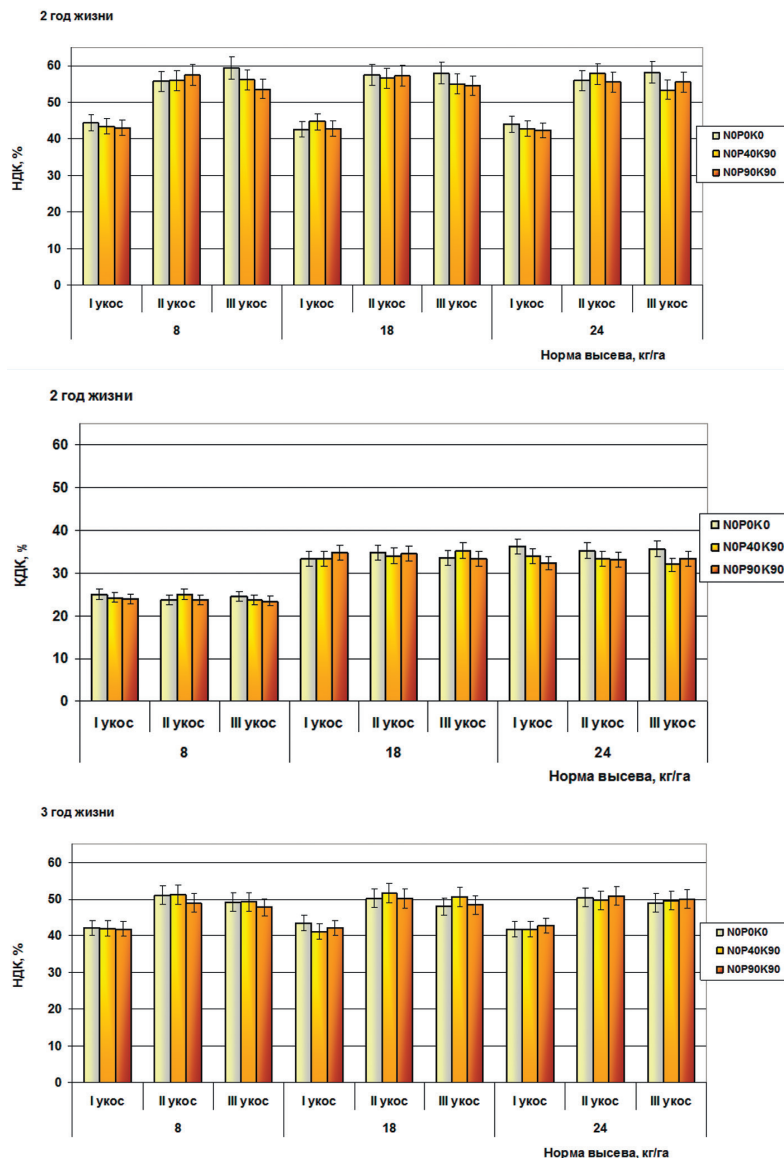


Рисунок 1 – Содержание НДК и КДК в разновозрастных травостоях люцерны желтой

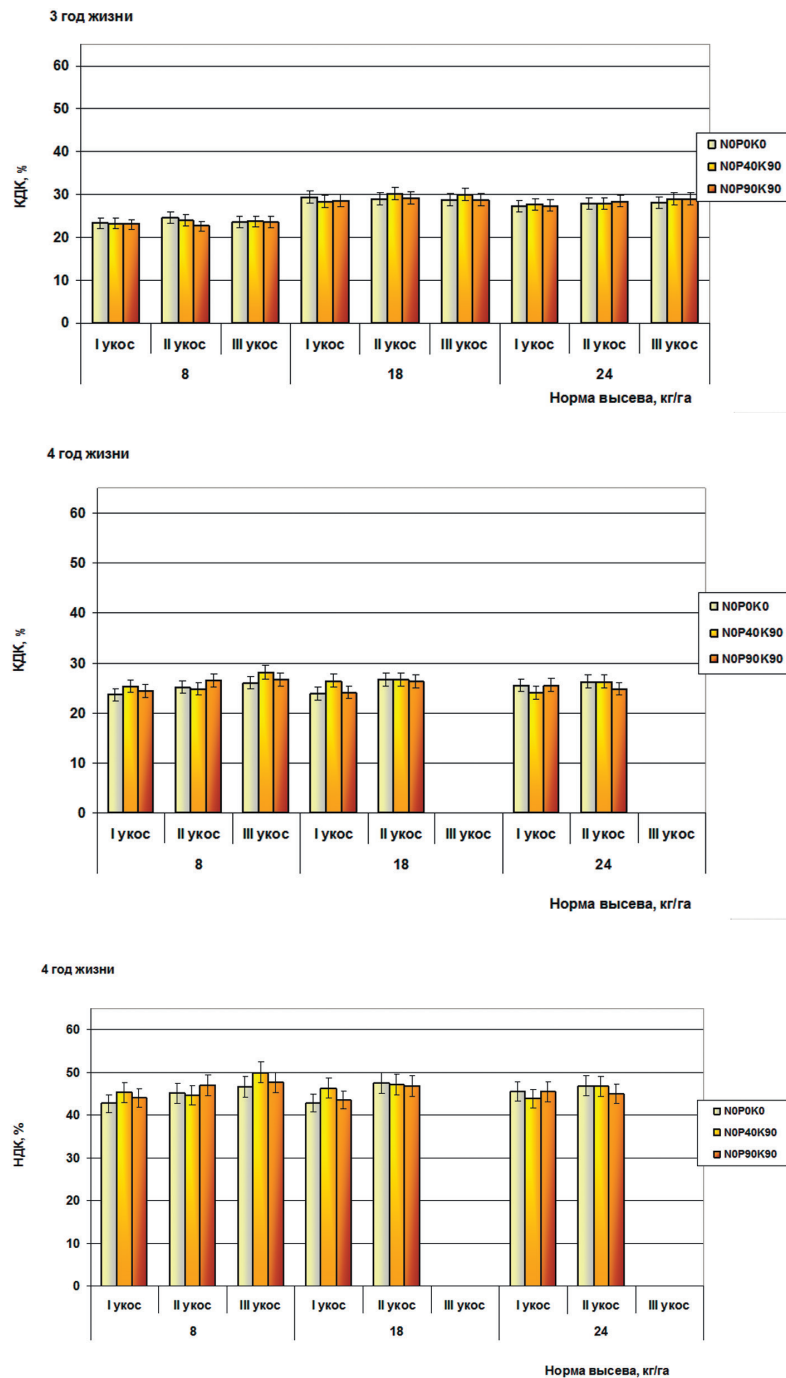


Рисунок 1 (продолжение)

Чрезмерно высокое содержание НДК в корме и, главным образом, ее основной составляющей КДК снижает переваримость корма и, как следствие, потребление сухого вещества корма [15].

Анализ данных по содержанию КДК в разновозрастных травостоях люцерны желтой показал, что при норме высева 8 кг/га содержание КДК во все укосы было ниже по сравнению с другими нормами высева (рис. 1). Установлено также, что содержание КДК наиболее высокое во второй год жизни – 23,40–36,15 %,

по сравнению с травостоями третьего (21,15–30,20 %) и четвертого (23,68–28,2 %) годов. Влияния доз удобрений на содержание КДК в травостоях не установлено.

Важной составляющей НДК является гемицеллюлоза, содержание которой в рационе напрямую коррелирует с количеством получаемого молока [16, 17]. В наших исследованиях установлено, что оно зависело от ряда факторов. Так, например, существенное влияние на этот показатель оказала норма высева. Максимальное содержание гемицеллюлозы на второй

год жизни – при норме высева 8 кг/га. Оно составило в среднем по всем вариантам и укосам 28 %, что на 9,9 и 10,2 % выше по сравнению с нормой высева 18 кг/га и 24 кг/га соответственно. Аналогичная тенденция отмечена и на третий год жизни: максимум – при норме высева 8 кг/га, составил 23,5 %, в то время как на вариантах с нормой высева 18 кг/га и 24 кг/га – 18,2 и 19,3 % соответственно (табл. 1).

Минимальное содержание гемицеллюлозы по годам исследования отмечено в первом укосе и составило на второй год жизни: 19,3 % при норме высева 8 кг/га, 9,6 % – при норме высева 18 кг/га и 8,9 % – при норме высева 24 кг/га, что ниже на 12,3–13,6 % по сравнению с ее содержанием во втором и третьем укосах. В травостое третьего года жизни этот показатель составил 18,8 %, 13,5 и 14,7 % в зависимости от норм высева.

В новой системе зоотехнического анализа используют показатель «неструктурные углеводы» (НСУ), включающий вещества, вымываемые при экстракции НДК. Эти вещества

находятся внутри растительной клетки и представлены крахмалом, растворимыми сахарами, пектином, органическими, главным образом летучими жирными кислотами (ЛЖК). Показатель НСУ существенно ниже показателя БЭВ и лучше отражает состав фракции неструктурных углеводов [18]. НСУ быстро сбраживаются в рубце с образованием ЛЖК, поэтому важно знать оптимальные их концентрации в рационах коров, чтобы исключить ацидоз и другие метаболические проблемы у животных. По нормам NRC–2001 максимальное количество НСУ в рационах лактирующих коров должно составлять 36–44 % СВ, сухостойных – 20–35 % СВ [19]. 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 %.

Таблица 1 – Содержание гемицеллюлозы в травостое люцерны желтой второго и третьего годов 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	
2-й год жизни												
N ₀ P ₀ K ₀	19,5	32,2	34,9	28,8	9,5	22,8	24,6	18,9	7,9	20,7	22,5	17,0
N ₀ P ₄₀ K ₉₀	19,3	30,9	32,5	27,5	11,3	22,6	19,9	17,9	8,9	24,5	21,4	18,3
N ₀ P ₉₀ K ₉₀	19,2	33,9	30,3	27,8	8,1	22,8	21,3	17,4	10,0	22,4	22,2	18,2
НСР ₀₅	0,95	1,65	1,62	–	0,48	1,16	1,20	–	0,47	1,17	1,15	–
Среднее по укосу	19,3	32,3	32,5	–	9,6	22,7	21,9	–	8,9	22,5	22,0	–
Среднее по варианту	28,0			–	18,1			–	17,8			–
3-й год жизни												
N ₀ P ₀ K ₀	18,8	26,5	25,5	23,6	14,1	21,3	19,3	18,2	14,5	22,6	20,9	19,3
N ₀ P ₄₀ K ₉₀	18,8	27,2	25,7	23,9	12,8	21,5	20,6	18,3	14,1	21,8	20,7	18,9
N ₀ P ₉₀ K ₉₀	18,8	26,2	24,1	23,0	13,6	21,0	19,6	18,1	15,4	22,5	21,0	19,6
НСР ₀₅	0,89	1,36	1,28	–	0,71	1,04	1,07	–	0,74	1,19	1,07	–
Среднее по укосу	18,8	26,7	25,1	–	13,5	21,3	19,8	–	14,7	22,3	20,9	–
Среднее по варианту	23,5			–	18,2			–	19,3			–

При создании многоукосных сортов люцерны в качестве доноров зимостойкости необходимо использовать устойчивые сортообразцы с содержанием НСУ 27,9–32 % [20]. НСУ определяется расчетным способом [10].

Согласно полученным данным, в первом укосе содержание неструктурных углеводов значительно выше, чем во втором и третьем независимо от года пользования травостоем.

Так, в сухой массе люцерны желтой 2-го года жизни в первом укосе содержание НСУ составило 31,4 %, 28,0, 29,3 % при норме высева 8 кг/га, 18 кг/га, 24 кг/га соответственно, что на 13,7–20,3 и 10,5–22,6 % выше, чем во втором и третьем укосах. Разница на третий год жизни составила 8,9–13,8 и 9,9–17,4 % соответственно, в четвертом – 1,4–12,2 % от первого укоса (рис. 2).

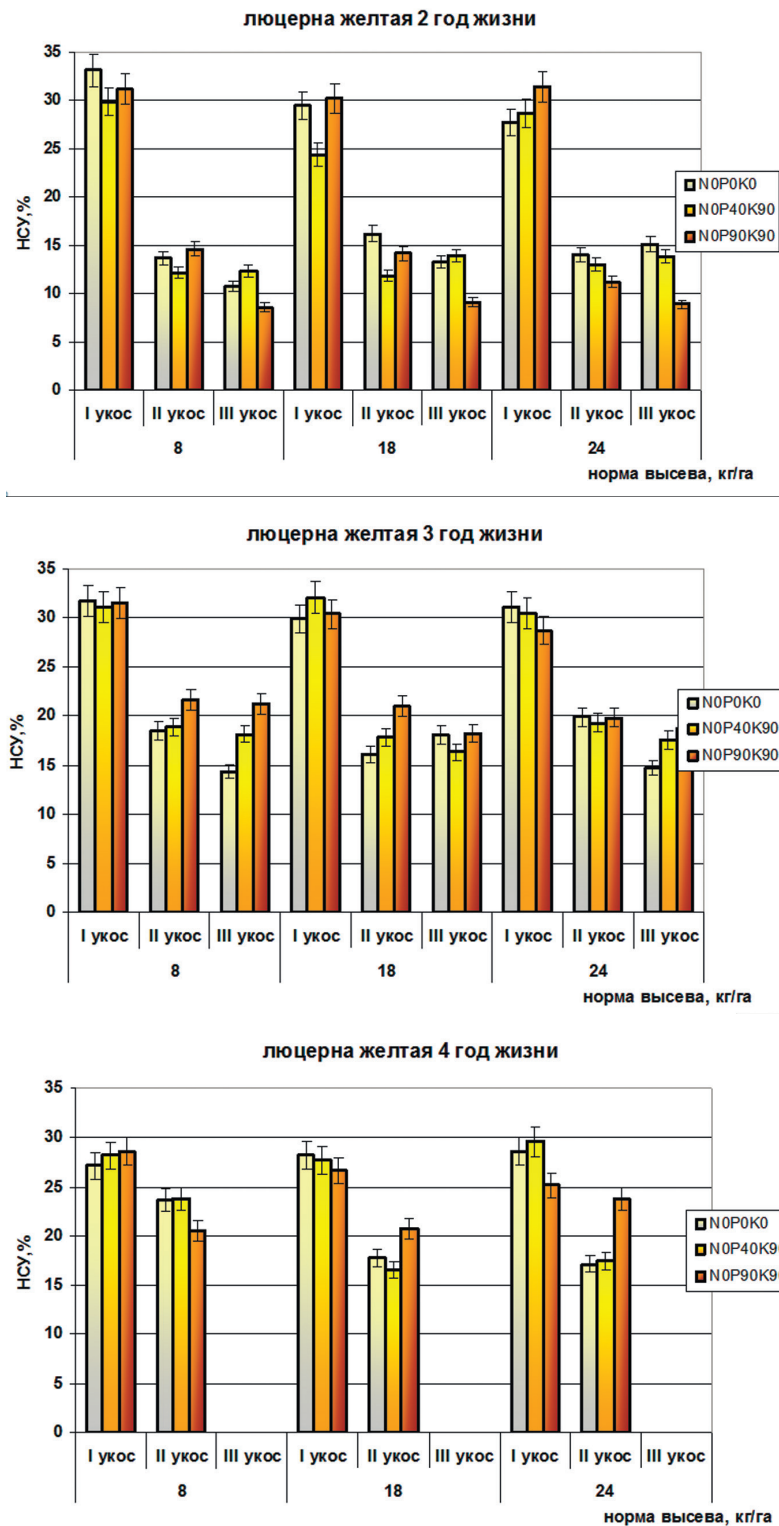


Рисунок 2 – Среднее содержание НСУ в разновозрастных травостоях люцерны

Выводы

В проведенных исследованиях по определению структурных и неструктурных углеводов в сухой массе люцерны желтой содержание НДК и КДК находилось в пределах 41,18–59,35 и 22,68–36,15 % соответственно в зависимости от года использования и варианта опыта. Наименьшее содержание НДК было в первом укосе, КДК – при норме высева 8 кг/га. На содержание гемицеллюлозы в сухой массе люцерны желтой оказали влияние укос и норма высева. Установлено, что в первом укосе оно было минимальным. При норме высева 8 кг/га оно было максимальным по сравнению с нормами высева 18 и 24 кг/га. Со-

держание НСУ по годам жизни находилось в пределах 8,6–33,1 %. Установлено, что в сухой массе первого укоса люцерны желтой этот показатель выше, чем во втором и третьем.

Согласно полученным нами данным, содержание структурных углеводов в сухом веществе люцерны желтой выше требуемых при создании оптимальных рационов для КРС. Люцерна также отличается высоким содержанием питательных веществ возможно только путем подбора соответствующих кормов, а именно балансировать корм из люцерны другими кормовыми культурами [21].

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 ; РАСХН Всероссийский НИИ мясного скотоводства. – 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 // Доклады РАСХН. – 2011. – Вып. 3. – С. 33-37.
3. Углеводный состав кормовых культур в Оренбуржье / А. В. Кудашева [и др.] // Кормопроизводство. – 2011. – № 11. – С. 33-34.
4. Дусаева, Х. Б. Динамика накопления структурных углеводов в злаковых и бобовых травах / Х. Б. Дусаева // Вестник ОГУ. – 2005. – № 2. – С. 25-27.
5. Сизова, Ю. В. Функционально-метобалическое значение углеводов в кормлении коров / Ю. В. Сизова // Вестник НГИЭИ. – 2013. – С. 115-121.
6. Логинов, В. Ф. Прогноз изменений биоклиматического потенциала территории Беларуси на период 2016–2035 гг. / В. Ф. Логинов, М. А. Хитриков // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2018. – Т. 56, № 1. – С. 51-64.
7. Стратегия адаптации сельского хозяйства Республики Беларусь к изменению климата. Проект *Clima-East* / сост. и общ. ред.: Н. Денисов. – Минск, 2017. – 48 с.
8. Лазарев, Н. Н. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, Е. М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 18-25.
9. 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; РАСХН ГНУ ВНИИФБиП. – Боровск : изд-во МУП «Полиграфист», 2010. – 23 с.
10. Рядчиков, В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учеб.-практ. пособие / В. Г. Рядчиков. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 328 с.
11. Архипов, А. В. Углеводы кормов: функции, достоинства, проблемы / А. В. Архипов // Биотехнология. – 2014. – № 9. – С. 46-63.
12. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справоч. пособие / А. П. Калашников [и др.]; под ред. А. П. Калашникова. – 3-е изд. – Москва, 2003. – 456 с.
13. 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; Национальная академия наук Беларуси, Институт экономики НАН Беларуси – Центр аграрной экономики. – Минск: Белорусская наука, 2006. – 709 с.

14. Питательная ценность кормовой люцерны [Электронный ресурс] / Информационный портал soft-agro.com. – Москва, 2019. – Режим доступа: <https://soft-agro.com/wp-content/uploads/2018/02/Luzerna-pitatelnaja-cennost.pdf/>. – Дата доступа : 13.03.2019.

15. 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. – P. 58-63.

16. Мошкина, С. В. Структурные углеводы в кормлении молочного скота: учебно-методическое пособие / С. В. Мошкина, Н. В. Абрамкова, Т. Ю. Колганова. – Орел, 2016. – 56 с.

17. Karayilanli, E. Investigation of feed value of alfalfa (*Medicago sativa* L.) harvested at different maturity stages / E. Karayilanli, V. Ayhan // Agricultural Research Communication Centre. Legume Research, 39. – 2016. – № 2. – P. 237-247.

18. Рядчиков, В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учебно-практическое пособие / В. Г. Рядчиков. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 328 с.

19. NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirements of dairy cattle. – 7. rev. ed. – Washington, D.C. : National Academy of Sciences, 2001. – 333 p.

20. Харсеев, В. А. Определение селекционных параметров для создания многоукосных сортов люцерны в центральных районах Нечерноземной зоны РСФСР: дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / В. А. Харсеев; РАСХН ВНИИ кормов В. Р. Вильямса. – Москва, 1984. – 201 с.

21. Отраслевой технологический регламент полевого кормопроизводства на осушенных минеральных почвах Поозерья, обеспечивающий продуктивность 6–7 т к.ед./га на основе совершенствования агротехники возделывания люцерны посевной и кукурузы на зеленую массу: нормативно-технический материал // НАН Беларуси, Отделение аграрных наук, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Институт мелиорации»; сост. П. Ф. Тиво [и др.]. – Минск, 2014. – 23 с.

Поступила 10.12.2019