

## Экология

УДК 633.2.032

### ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕНА ПРИРОДНЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Андрей Владимирович Кошкин<sup>1</sup>, Александр Николаевич Никольский<sup>2</sup>,  
Дмитрий Владимирович Бочкарев<sup>3</sup>, Николай Васильевич Смолин<sup>4</sup>,  
Владимир Дмитриевич Бочкарев<sup>5</sup>

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»  
г. Саранск, ул. Российская, д. 31

<sup>1</sup> – аспирант каф. агрономии и ландшафтной архитектуры; e-mail: alnik1986@gmail.com

<sup>2</sup> – к.с.-х. н., доцент каф. агрономии и ландшафтной архитектуры; e-mail: alnik1986@gmail.com

<sup>3</sup> – д.с.-х. н., профессор каф. агрономии и ландшафтной архитектуры; e-mail: bochkarevdy@yandex.ru

<sup>4</sup> – д.с.-х. н., зав. каф. агрономии и ландшафтной архитектуры; e-mail: smolin89@mail.ru

<sup>5</sup> – студент каф. агрономии и ландшафтной архитектуры; e-mail: bochkarevdy@yandex.ru

*Объектом изучения являлись различные типы естественных кормовых угодий Республики Мордовия. Изучалось влияние антропогенного использования на продуктивность естественных сенокосов, основные качественные показатели сена, валовой сбор кормовых единиц и обменной энергии с различных типов природных угодий. Сравнение данных 1930-х гг. с проведенными авторами исследованиями (2014–2017 гг.) показало, что отсутствие антропогенного использования привело к изменению флористического состава лугов, уменьшению доли злакового и бобового компонентов, увеличению количества и обилия малоценных в кормовом отношении видов. Снизилась продуктивность фитоценозов луговых сообществ. Качество получаемой продукции сенокосов также значительно ухудшилось: уменьшилось содержание протеина, каротина и других соединений в сене. Изменилось содержание основных зольных элементов в получаемом корме. Отсутствие систематического сенокосения привело к существенному сокращению сбора сырого протеина и клетчатки с исследуемых кормовых угодий.*

*Ключевые слова:* сенокосы, продуктивность, качество сена, сырой протеин, клетчатка, каротин, кормовые единицы.

Луговые экосистемы выполняют системные функции, связывая отрасли сельскохозяйственного производства с охраной и рациональным использованием природных ресурсов [1]. При этом особое место в ряду экологических факторов, оказывающих влияние на продуктивность, структуру и качество продукции луговых фитоценозов, принадлежит деятельности человека [2, 3].

Наиболее существенными характеристиками луговых фитоценозов, определяющими их значение для сельскохозяйственного производства, являются продуктивность и качество производимой ими продукции. Эти показатели характеризуют экологические условия формирования растительного сообщества, уровень антропогенной нагрузки, интенсивность продукционного процесса [4].

В странах с развитым сельскохозяйственным производством и высокой продуктивностью животноводства более половины кормов в структуре рациона животных получают с природных кормовых угодий. В Германии, Бельгии, Англии, Нидерландах, Швейцарии доля естественных кормовых угодий составляет от 41 до 65 % всех сель-

скохозяйственных земель и на них производится до 60 % кормов. В Китае, США, ряде стран Европы, Азии, Африки приняты законы и реализуются программы по контролю, сохранению и рациональному использованию природных кормовых угодий [5, 6].

К сожалению, несмотря на существование в России огромных площадей естественных кормовых угодий возможность получения качественного корма на них реализована не в полной мере. На природных кормовых угодьях производится всего 10–15 % зеленого корма и около 20 % сена, качество получаемых кормов остается низким. Мониторинг видового состава, объема и качества продукции не ведется [6, 7].

В ближайшем будущем одной из важнейших задач развития аграрного производства страны будет поиск способов рационального использования природных кормовых угодий. Методологической основой решения данной задачи могут стать результаты научных исследований по определению хозяйственной ценности луговой растительности в разных природно-климатических зонах страны.

**1. Урожайность сена лугов различных типов при разном уровне антропогенного воздействия**

Тип луга	Воздушно-сухая масса компонента травостоя, т/га			Биологическая продуктивность, т/га
	злаковый	бобовый	разнотравье	
1929–1933 гг.				
Краткопоемный	1,94	0,16	0,22	2,32
Долгопоемный	1,83	0,23	0,13	2,19
Низинный	1,19	0,08	0,36	1,63
Суходольный	1,64	0,10	0,17	1,91
2013–2016 гг.				
Краткопоемный	1,45	0,09	0,38	1,92
Долгопоемный	1,38	0,06	0,30	1,74
Низинный	1,07	0,03	0,45	1,55
Суходольный	1,31	0,06	0,39	1,76
<i>HCP<sub>0,05</sub></i>				0,17

Имеющиеся в нашем распоряжении материалы позволили оценить продуктивность и качество продукции луговых фитоценозов при разных уровнях антропогенного воздействия: в период интенсивного антропогенного использования при систематическом скашивании травостоя (1929–1933 гг.) и в период его отсутствия, когда скашивание травостоя не проводилось (2013–2016 гг.).

**Методика.** В качестве материалов для анализа состояния луговых фитоценозов в период их интенсивного использования рассматривался отчет о флористическом составе лугов различных типов в Торбеевском районе Республики Мордовия (1929–1933 гг.), составленный известным профессором-ботаником И.И.Спрыгиным [8]. Собственные исследования проводились в 2013–2016 гг. Для определения флористического состава были выделены стационарные площадки прямоугольной формы в поймах рек Парца и Шуструй на раз-

личных типах лугов. Повторность опыта – четырехкратная. Погодные условия вегетационного периода во время собственных исследований изменялись от слабозасушливых (ГТК = 0,75) до влажных (ГТК = 1,46).

Определение урожайности сена проводили после скашивания травостоя учетной делянки в фазу начала колошения мятликового компонента, зеленую массу высушивали до 17 % влажности, взвешивали и рассчитывали урожайность с 1 га с использованием переводного коэффициента на площадь [9]. Определение показателей качества сена осуществляли по общепринятым методикам [10–15]. Качественные показатели сена для первого периода исследований рассчитывали по средневзвешенным справочным данным [16, 17]. Обменную энергию и кормовые единицы определяли расчетным методом по справочным данным [18]. Класс сена устанавливали в соответствии с комплексом показателей согласно ГОСТ 4808-87 [19].

**2. Химический состав сена лугов различных типов при разном уровне антропогенного воздействия**

Тип луга	Показатели				
	азот, г/кг	фосфор, г/кг	калий, г/кг	кальций, г/кг	сырая зола, %
1929–1933 гг.					
Краткопоемный	21,4	2,8	18,9	6,9	8,0
Долгопоемный	18,3	2,4	22,9	6,1	8,1
Низинный	15,5	2,6	20,6	5,2	8,1
Суходольный	19,2	2,5	20,0	6,7	7,1
2013–2016 гг.					
Краткопоемный	11,8	2,79	16,4	9,4	7,85
Долгопоемный	9,20	2,55	13,1	7,0	6,53
Низинный	8,4	2,38	13,5	6,8	6,55
Суходольный	13,5	2,20	16,6	8,5	6,09
<i>HCP<sub>0,05</sub></i>					0,86

## 3. Качественный состав сена лугов различных типов при разном уровне антропогенного воздействия

Тип луга	Показатели					
	сырой протеин, %	клетчатка, %	каротин мг/кг	обменная энергия, МДж/кг	к.е./кг	класс сена
1929–1933 гг.						
Краткопоемный	13,4	26,4	26	6,74	0,40	1
Долгопоемный	11,4	28,1	21	6,62	0,38	1
Низинный	9,7	28,3	18	6,50	0,37	2
Суходольный	12,0	25,5	24	6,78	0,41	1
2013–2016 гг.						
Краткопоемный	7,38	31,30	16,25	6,50	0,34	не классное
Долгопоемный	5,73	37,48	13,50	5,87	0,28	не классное
Низинный	5,23	33,88	12,25	6,24	0,31	не классное
Суходольный	8,45	30,33	18,75	6,60	0,35	не классное
<i>НСР<sub>0,05</sub></i>	0,39	1,88	1,20			

**Результаты и обсуждение.** Результаты анализа геоботанических отчетов 1929–1933 гг. по определению фитомассы лугов показали, что максимальной биологической продуктивностью обладали краткопоемные луговые угодья. В среднем по всем обследованным объектам данного класса она составляла 2,3 т/га (табл. 1). Несколько меньшей урожайностью (в среднем на 6 %) характеризовались долгопоемные луга. Достаточно высокая фитомасса этих угодий связана как с оптимальным режимом увлажнения в период интенсивного формирования травостоя, так и с высокой плотностью популяций доминирующих видов растений.

Урожайность суходолов по сравнению с поемными лугами была ниже на 15–18 %, что связано с худшими условиями увлажнения в период активной вегетации. Биомасса низинных лугов была на 30 % ниже при сравнении с поемными угодьями.

Наибольшая урожайность сена в годы проведения собственных исследований также была на краткопоемных лугах (табл. 1). Кроме того, она в меньшей степени зависела от уровня осадков в период вегетации, чем в других типах фитоценозов.

По сравнению с периодом интенсивного антропогенного использования урожайность сена низинных лугов снизилась на 5 % за счет выпадения ценных в кормовом отношении видов и доминирования щучки дернистой (*Deschampsia cespitosa* (L.) P.Beauv.) в фитоценозах. Урожайность сена на суходольных лугах уменьшилась на 8 %, на долгопоемных – на 21 %, на краткопоемных – на 17 %. Значительно изменился и флористический состав растительных сообществ сенокосов по сравнению с первым периодом исследований [20, 21]. Доминантами фитоценозов по-прежнему оставались виды семейств мятликовые (*Poaceae*) и бобовые (*Fabaceae*). В то же вре-

мя нередко в сообществах встречались и типичные сеgetальные виды: бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Besser), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.). Нередко на исследуемых лугах отмечался и злостный адвентивный вид – мелколестник однолетний (*Erigeron annuus* (L.) Pers.).

Содержание фосфора в сене обследуемых лугов в первый период исследований колебалось в пределах 2,4–2,5 г/кг, калия – 18,9–22,9 г/кг, кальция – 5,9–6,2 г/кг. Эти показатели соответствовали требованиям, предъявляемым к содержанию данных элементов в сене для естественных кормовых угодий, установленных на уровнях 1,6–3,2, 11,9–19,2, 5,4–6,9 г/кг соответственно [18] (табл. 2).

Высокое содержание фосфора объясняется доминированием в общей фитомассе растений семейства *Poaceae*, которые по содержанию этого элемента значительно превосходят бобовые и разнотравные виды. Более высокое содержание калия в сене долгопоемных и низинных трав объясняется значительным распространением в них различных видов осок, которые относятся к группе калиефилов. Вынос кальция напрямую зависел от доли бобового компонента, поскольку основные луговые бобовые виды – клевер гибридный (*Trifolium hybridum* L.), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), люцерна серповидная (*Medicago falcata* L.) отличаются высоким выносом данного элемента из почвы.

Анализ химического состава сена изучаемых лугов показал, что по содержанию фосфора, калия и кальция оно соответствовало нормам [18]. При сравнении с ранее изученным периодом отмечено снижение содержания фосфора на долгопоемных

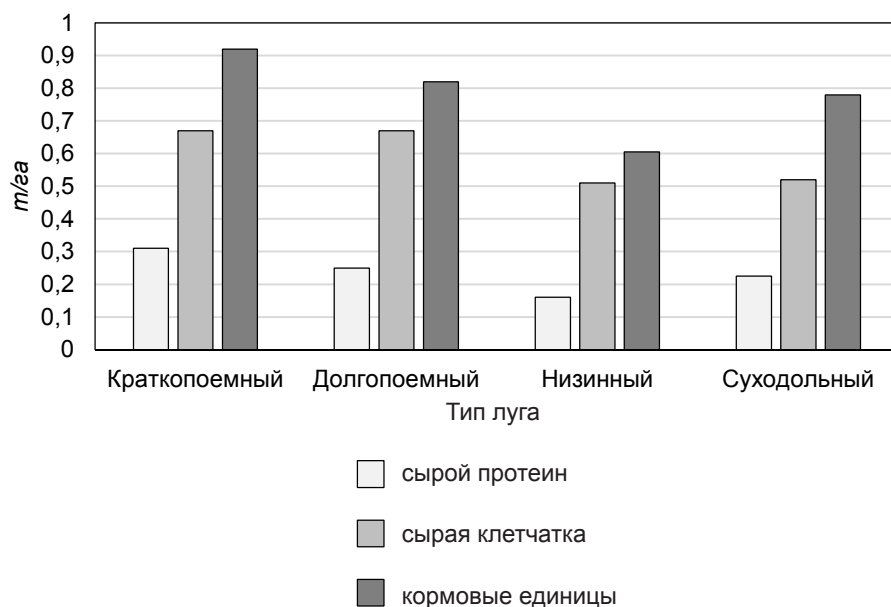


Рис. 1. Валовой сбор сырого протеина, сырой клетчатки и кормовых единиц с 1 га на лугах различных типов в период интенсивного антропогенного использования.

лугах на 5 %. На изученных природных кормовых угодьях других категорий отмечалось некоторое увеличение этого показателя, что связано с большей долей злакового компонента в общей фитомассе.

Выявлено резкое снижение содержания калия в сене по сравнению с первым периодом: на краткопоемных лугах – на 15 %, на долгопоемных – на 43 %, на низинных – на 34 %, на суходольных – на 17 %. Увеличение доли бодяка щетинистого, одуванчика лекарственного и других сеgetальных видов способствовало повышению содержания кальция в сене всех изученных кормовых угодий.

Для экологической и хозяйственной оценки естественных кормовых угодий большое значение имеет анализ качественных показателей питательной ценности кормов.

В период интенсивного антропогенного использования содержание сырого протеина колебалось в широких пределах от 9,7 до 13,4 %, клетчатки от 25,5 до 28,3 %, каротина от 18 до 26 мг/кг (табл. 3).

По содержанию каротина и клетчатки сено изученных кормовых угодий соответствовало суточным нормам рациона кормления животных, установленным на уровне 15–30 мг/кг и 23–28 % соответственно [18]. В условиях стабильного антропогенного использования луговых фитоценозов содержание сырого протеина в сене естественных лугов превышало установленные нормы для данного вида кормов на 10–15 %, что связано как с уровнем почвенного плодородия, так и с присутствием бобового компонента.

Проведенные расчеты показали, что содержание обменной энергии и кормовых единиц в 1 кг сена было максимальным на суходольных лугах, незначительно уступало ему по этим показателям сено краткопоемных лугов.

По комплексу определяемых показателей сено всех изученных луговых угодий в данный период исследований, за исключением низинных, соответствовало первому классу.

При отсутствии антропогенного использования в результате автогенной сукцессии произошло снижение содержания сырого протеина в сене краткопоемных лугов на 45 %, долгопоемных – на 50 %, суходольных – на 30 %, низинных – на 46 % по сравнению с первым периодом. Это связано с выпадением бобового компонента и увеличением доли разнотравных видов.

По содержанию клетчатки сено изученных лугов также не соответствовало установленным нормам (от 25,5 до 28,3 %). Превышение по данному показателю составляло от 2 до 10 %. При сравнении с периодом систематического сенокоса содержание клетчатки в сене на краткопоемных лугах возросло на 19 %, на долгопоемных – на 25 %, на низинных – на 16 %, на суходольных – на 17 %.

По сравнению с периодом систематического использования кормовых угодий содержание каротина в сене краткопоемных лугов снизилось на 9,5 мг/кг, долгопоемных – на 7,5 мг/кг, низинных – на 5,8 мг/кг, суходольных – на 5,3 мг/кг.

Не менее важными хозяйственными характеристиками кормовых угодий являются валовой сбор сырого протеина, клетчатки, кормовых единиц с

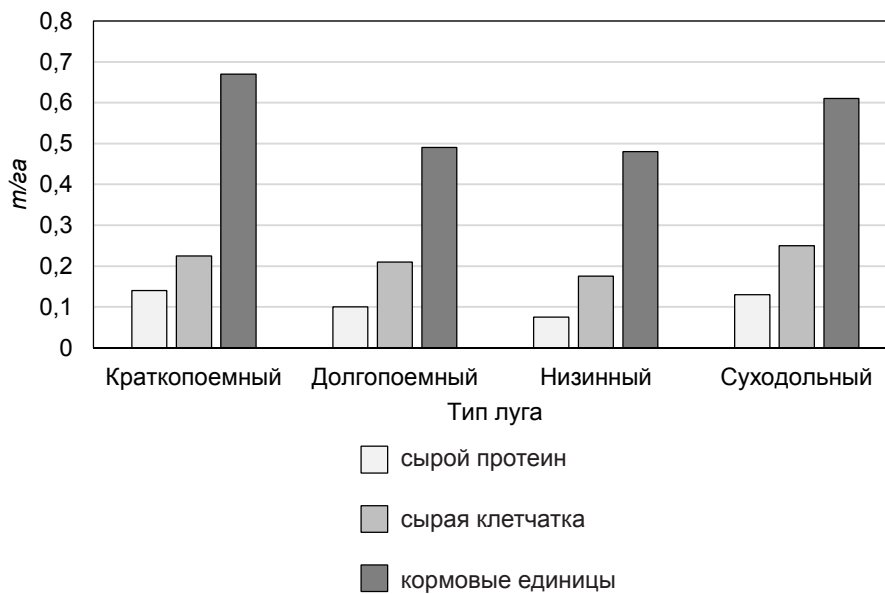


Рис. 2. Валовой сбор сырого протеина, сырой клетчатки и кормовых единиц с 1 га на лугах различных типов в условиях снижения уровня антропогенного использования (среднее за 2013–2016 гг.).

1 га. Расчеты показали, что в период интенсивного антропогенного использования максимальные значения этих показателей были на краткопоемных лугах – 0,31, 0,67 и 0,92 т/га соответственно (рис. 1, 2). Сбор каротина и обменной энергии на краткопоемных лугах также был наибольшим – 60,3 г/га и 15,6 тыс. МДж/га.

На долгопоемных лугах сбор сырого протеина был меньше на 20 %, суходольных – на 25 %, низинных – на 48 % при сравнении с краткопоемными лугами. Аналогичная закономерность отмечалась и по сбору каротина и обменной энергии.

Определение выхода питательных веществ и энергии с 1 га природных кормовых угодий в их современном состоянии показало, что максимальным сбор сырого протеина с сеном был получен на суходольных и краткопоемных лугах – 0,15 и 0,14 т/га, соответственно. На этих угодьях отмечался наибольший выход клетчатки (0,25 и 0,23 т/га) и сбор кормовых единиц (0,61 и 0,66 т/га).

По комплексу определяемых показателей сено всех изученных луговых угодий относилось к не классному.

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что изменение экологических условий формирования луговых фитоценозов, связанное с ослаблением уровня антропогенного использования в начале XXI века, привело к снижению их продуктивности и качества. Это произошло из-за резкого сокращения долевого участия ценных в кормовом отношении бобовых и злаковых видов и внедрения в растительные сообщества малоценного разнотравья.

#### Литература:

1. Мееровский А.С. Агробиологический потенциал сенокосов и пастбищ Беларуси // Мелиорация. – 2011. – № 2 (66). – С. 117–124.
2. Шевчук О.М. Таксономическое разнообразие флорокомплексов пастбищных экосистем Юго-востока Украины // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2015. – № 115. – С. 21–30.
3. Дубровин О.И., Буковский М.Е., Коломейцева Н.Н. Географическая зависимость таксономического разнообразия фитоценозов от степени антропогенной нагрузки на территорию // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2010. – Т. 15. – № 1. – С. 179–181.
4. Заугольнова Л.Б., Бологова В.Л., Ермакова И.М., Жукова Л.А., Матвеев А.Р., Сугоркина Н.С. Популяционные аспекты структуры и динамики луговых агроценозов // Биологические науки. – 1989. – № 11. – С. 31–47.
5. Серова Е.В., Шук О.В. Мировая аграрная политика. – М.: ГУ ВШЭ, 2007. – 406 с.
6. Сафиоллин Ф.Н. Эколого-хозяйственная оценка пойменных лугов и приемы их окультуривания: монография. – Казань: [б.и.], 2012. – 326 с.
7. Косолапов В.М. Проблемы кормопроизводства и пути их решения на современном этапе // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 23–25.
8. ГБУ «Государственный архив Пензенской области». ФР–28-37 (Личный фонд И. И. Спрыгина).
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры [Под ред. М.А.Федина]. – М.: [б.и.], 1989. – 194 с.
10. ГОСТ 13496.2–91 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки».



11. ГОСТ 13496.4–93 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина».
12. ГОСТ 26176–91 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов».
13. ГОСТ 26226–95 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы».
14. ГОСТ 26657–97 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания фосфора».
15. ГОСТ 30504–97 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия».
16. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. Т. 1: Споровые, голосеменные и однодольные [под ред. И. В. Ларина]. – М.-Л.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1950. – 687 с.
17. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. Т. 2: Двудольные (от хлорантовых до бобовых) [под ред. И. В. Ларина]. – М.-Л.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1951. – 948 с.
18. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справочное пособие. [Под ред. А.П. Калашникова, И.В. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова]. – М.: Минсельхоз РФ, РАСХН, ВНИИ животноводства, 2003. – 456 с.
19. ГОСТ 4808-87 Сено. Технические условия. URL: [https://standartgost.ru/g/ГОСТ\\_4808-87](https://standartgost.ru/g/ГОСТ_4808-87). Дата обращения: 17.05.18.
20. Никольский А.Н., Кошкин А.В., Бочкарев Д.В., Великанов А.С. Видовой состав лугов различных типов при разном уровне антропогенного воздействия в XX – начале XXI века // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы XIII Международ. науч.-практич. конф., посвящ. памяти проф. С. А. Лапшина. – Саранск: Изд-во Морд. ун-та, 2017. – С. 10–
21. Никольский А.Н., Кошкин А.В., Бочкарев Д.В. Вредоносность мелколепестника однолетнего / Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. С. А. Лапшина. – Саранск: Изд-во Морд. ун-та, 2016. – С. 249–253.

**Koshkin A.V., Nikolskiy A.N., Bochkarev D.V., Smolin N.V., Bochkarev V.D.**

**PRODUCTIVITY AND QUALITY OF NATURAL GRASSLANDS HAY DUE TO ENVIRONMENTAL FACTORS ALTERATION IN THE XX CENTURY – THE BEGINNING OF XXI CENTURY**

*Object of the study were natural forage grasslands of various types in Republic Mordovia. Influence of anthropogenous use on the productivity of natural haymakings, basic quality indicators of hay, total yield of feed units and exchange energy of various types of natural grasslands was studied. Comparison of the data obtained in 1930 with the authors' researches (2014–2017) has shown that absence of anthropogenous loading has led to change of floral structure of meadows, reduction of a share of cereal and leguminous components, increase in quantity and an abundance of invaluable fodder species of grasses. Meadow communities productivity has decreased. Quality of received production of haymakings also has considerably worsened: the content of protein, carotin and other compounds in the hay has decreased. The content of the basic ash elements in the received forage has changed. Absence of regular hay-mowing has led to essential reduction of gathering of a crude protein and fiber from investigated forage grasslands.*

Keywords: *hayfields, productivity, quality of hay, a crude protein, fiber, carotin, fodder units.*