

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СУКЦЕССИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛУГОВ ПРИ КОРЕННОМ УЛУЧШЕНИИ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.А. Петрук, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
А.О. Вотяков, соискатель

Ключевые слова: естественные кормовые угодья, многолетние травы, органические удобрения, обработка почвы

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: medicago@mail.ru

Реферат. Низкая кормовая продуктивность обширных площадей естественных кормовых угодий Сибири обуславливает необходимость их коренного улучшения. Это позволит укрепить кормовую базу региона, что важно для развивающегося животноводства. С целью уточнения и разработки приёмов повышения продуктивности естественных лугов в южной лесостепи Западной Сибири был заложен опыт по коренному улучшению естественных пастбищ. Изучено влияние двух факторов: обработки почвы с последующим посевом многолетних трав и влияния органических удобрений (20 т/га). Ко второму году наблюдений в варианте, где проведено дискование почвы, отмечено только разнотравье. Дискование с последующим посевом многолетних трав способствовало развитию сеяных злаковых трав (80 % состава травостоя). Оставшуюся нишу травостоя занимало разнотравье. Влияние органических удобрений на второй год наблюдений почти не сказывается на структуре травостоя, только в варианте с посевом трав распределение разных ботанических групп более равномерно. В период между вторым и шестым годом наблюдений под влиянием обработки почвы и органических удобрений состав травостоя существенно меняется. В варианте без обработки почвы на третий и последующие годы отмечается развитие в травостое злаков и бобовых. К шестому году наблюдений в травостое остаются только злаковые травы (60 %) и разнотравье (40%). Динамика структуры травостоя по годам развития на фоне органических удобрений мало отличается от травостоя без удобрений. Ко второму году наблюдений не отмечается существенного влияния удобрений и обработки почвы на урожайность трав. На шестой год наблюдений (2016 г.) отмечено достоверное влияние органических удобрений. Даже без обработки почвы урожайность выросла почти в 2 раза – с 0,6 в варианте без удобрений до 1,1 т/га абсолютно сухого вещества в удобренных вариантах. Наибольший прирост урожая отмечен в варианте с дискованием – в 2,7 раза (с 0,6 до 1,6 т/га), в варианте с подсевом трав и дискованием – в 1,4 раза (с 1,1 до 1,6 т/га) абсолютно сухого вещества). Влияние обработки почвы на урожайность без удобрений было значительно меньше. Следовательно, обработка почвы и удобрения способствуют более равномерному распределению в травостое представителей разных ботанических групп трав. Продуктивность естественного луга значительно нарастает к шестому году наблюдений после проведенного улучшения.

PLANT SUCCESSION OF NATURAL GRASSLANDS UNDER RADICAL IMPROVEMENT IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF THE WESTERN ZONE SIBERIA

V.A. Petruk, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
A.O. Votyakov, Doctoral candidate

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Keywords: natural forage grasslands, perennial grasses, organic fertilizers, soil treatment

Abstract. *The low fodder productivity of vast areas of natural forage lands in Siberia necessitates their radical improvement. High fodder productivity will strengthen the fodder base of the region, which is important for the developing cattle breeding. The authors carried out an experiment of radical improvement of natural grasslands in order to clarify and develop methods of increasing the productivity of natural grasslands in the southern forest-steppe of Western Siberia. The authors studied the effect of two factors: The first factor - tillage followed by sowing of perennial grasses; The second factor - the effect of organic fertilizers (20 t/ha). By the second year of observations in the variant where soil disking was carried out, only motley grasses were noted. Disking followed by seeding of perennial grasses promoted the development of seeded grasses (80% of the composition of the herbage). The remaining niche of grass stand was occupied by motley grasses. The influence of organic fertilizers in the second year of observations almost does not affect the structure of herbage, only in the variant with the sowing of grasses the distribution of different botanical groups is more uniform. The composition of grass stand changes significantly between the second and sixth years of observations under the influence of tillage and organic fertilizers. The development of cereals and legumes in the herbage in the variant without tillage in the third and subsequent years is noted. By the sixth year of observations in the herbage remain only cereal grass (60%) and mixed grass (40%). Dynamics of herbage structure by years of development on the background of organic fertilizers differs little from the herbage without fertilizers. By the second year of observations, there is no significant influence of fertilizers and tillage on the yield of grasses. In the sixth year of observations (2016) there was a significant influence of organic fertilizers. Even without soil treatment, the yield almost doubled from 0.6 t/ha in the version without fertilizers to 1.1 t/ha of absolutely dry matter in fertilized variants. The greatest increase in yield was noted in the variant with disking, 2.7 times (from 0.6 to 1.6 t/ha); in the variant with grass seeding and disking 1.4 times (from 1.1 to 1.6 t/ha) (absolute dry matter). The effect of tillage on the yield without fertilizer was much less. Consequently, tillage and fertilization contribute to a more uniform distribution of representatives of different botanical groups of grasses in the herbage. The productivity of the natural meadow increases significantly by the sixth year of observations after the improvement.*

Естественные кормовые угодья играют важнейшую роль в повышении продуктивности и устойчивости сельского хозяйства, рациональном природопользовании, обеспечении продовольственной безопасности России. При содержании коров на культурных пастбищах доказано улучшение качества молока по концентрации в нём белка. Кроме того, в пастбищной траве достаточно витаминов, микроэлементов, биологической ценно-

сти для переработки его в сыры и сгущённое молоко [1–3]. При пастбищном содержании ремонтного молодняка лучше развиваются внутренние органы, скелет животных [4].

Кроме кормового значения, пастбища выполняют природоохранные функции в агроландшафтах, оказывают значительное влияние на экологическое состояние территории страны, способствуют сохранению и накоплению органического вещества в биосфере

[5, 6]. Следовательно, повышение продуктивности естественных кормовых угодий, их рациональное использование играют важную роль в сельскохозяйственном производстве в целом.

Площадь естественных кормовых угодий Сибири к настоящему времени составляет более 25 млн га, что не меньше, чем площадь пашни [7]. При этом более 80 % всех кормов получают на пахотных землях по причине низкой продуктивности естественных кормовых угодий. Потенциал естественных лугов значительно выше существующего, однако для его реализации необходимо интенсивное их улучшение. К настоящему времени известны работы по улучшению пастбищ Сибири далёкого прошлого [8] и отдельные эпизодические работы в постперестроечный период [9]. Поэтому поиск и уточнение приёмов повышения продуктивности естественных сенокосов и пастбищ актуальны в настоящее время.

Определение характера изменений в растительных сообществах с течением времени послужит основанием для определения возможности и способа использования естественных сенокосов и пастбищ. Изучение растительных сукцессий естественных лугов важно для понимания закономерностей функционирования и устойчивости экосистем [10].

Продуктивность и долголетие злаковых травостоев можно повысить минеральными и органическими удобрениями. Удобрения оказывают разнообразное влияние на растения и через них на физиологическое состояние животных и качество животноводческой продукции [11].

Оптимальные дозы органических удобрений повышают биохимическую и микробиологическую активность почвы, способствуют снижению количества остаточной нефти на загрязненных почвах по сравнению с внесением одних минеральных удобрений. Навоз

содержит органическое вещество, которое идёт на образование гумуса. Органические удобрения не только обогащают почву питательными веществами, но и предохраняют её от высыхания, способствуют размножению дождевых червей, которые оставляют в почве питательные вещества для растений.

Способы обработки почвы и удобрения оказывают значительное влияние на биологическую активность почвы естественных лугов. Внесение удобрений в почву не только улучшает питание растений, но и изменяет условия существования почвенных микроорганизмов, которые также нуждаются в минеральных элементах.

Цель исследований – изучить влияние обработки почвы, органических удобрений и посева многолетних трав на динамику растительных сукцессий и продуктивность естественных кормовых угодий в течение 6 лет наблюдений.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С целью определения влияния на состав травостоя и его продуктивность органических удобрений, обработки почвы в южной лесостепи Новосибирской области в 2011 г. был заложен опыт по заранее подготовленной в 2010 г. почве (внесение удобрений, дискование).

Площадь опытной делянки – 300 м², всего опыта – 1,4 га. При закладке сеяных вариантов использовались семена люцерны пестрогибридной сорта Флора (*Medicago sativa*) и костреца безостого сорта Антей (*Bromopsis inermis*). Посев широкорядный с междурядьями 30 см. Норма высева люцерны 8 кг/га, костреца – 10 кг/га, глубина заделки 1–2 см. Семена многолетних трав высевали весной сеялкой СЗТ-3,6 при агрегатировании с трактором МТЗ-80. под покров проса (*Panicum*

miliaceum) сорта Баганское 88. Норма высева проса – 25 кг/га.

Органические удобрения (20 т/га полуперепревшего навоза) вносили разово на 5 лет. В первые два года наблюдений проводили один укос, на третий год и в последующие годы – выпас. Стадо крупного рогатого скота насчитывало 450 голов. Выпас начинали при высоте трав 25–30 см, заканчивали – при 5 см. В течение вегетационного сезона выпас осуществляли однократно.

Исследования проведены на основании Методики опытов на сенокосах и пастбищах [12]. Статистическая обработка полученных результатов – общепринятая [13].

Схема опыта:

1. Фактор А (обработка почвы).
2. Без обработки.
3. Дискование в 2 следа.
4. Дискование в 2 следа + подсев многолетних трав.
5. Фактор В (удобрения).
6. Без удобрений.
7. Органические удобрения (20 т/га полуперепревшего навоза).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Погодные условия в течение периода наблюдений складывались по-разному. Лето первого года наблюдений (2011 г.) в степной зоне характеризуется как умеренно тёплое. В июле–августе среднемесячные температуры летних месяцев были ниже среднеевропейских показателей, обеспеченность осадками – ниже средней.

Вегетационный сезон 2012 г. следует охарактеризовать как засушливый и жаркий. Температура вегетационного периода с мая по сентябрь превышала среднеевропейские показатели. Количество осадков за все летние месяцы – ниже среднеевропейской нормы.

В 2013 г. вегетационный сезон был благоприятным для роста и развития трав: температура воздуха – близка к среднеевропейской, а количество осадков в июле–августе значительно выше среднеевропейских показателей.

Вегетационный сезон в 2014 г. следует характеризовать как засушливый. Только в августе количество выпавших осадков было значительно выше нормы. Температура воздуха – на уровне среднеевропейских показателей.

Лето 2015 г. было жарким и засушливым, количество осадков – ниже среднеевропейских показателей.

Погодные условия в 2016 г. следует отметить как благоприятные. Лето было тёплым и дождливым.

Следовательно, вегетационные периоды всех лет следует охарактеризовать как сухие и жаркие, только 2013 и 2016 гг. можно отметить как обеспеченные осадками.

На второй год наблюдений (2012 г.) в варианте без удобрений и обработки почвы (контроль) растительный покров на 100 % состоял из разнотравья: осока узколистая (*Carex stenophila*), ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum*), тысячелистник азиатский (*Achillea asiatica*), тонконог сизый (*Koeleria glauca*), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina*) (табл. 1). Следовательно, в естественном травостое после проведённого дискования преобладали злаки, что характерно для южной лесостепи Новосибирской области. О доминировании злаков в травостое степной зоны Тувы сообщает также А.Д. Самбуу [14]. В варианте с дискованием и последующим посевом трав основу травостоя составили злаки (80 %). Бобовых трав не отмечено, доля разнотравья – 20 %.

Таблица 1

Состав растительности естественного луга при его коренном улучшении, %

Vegetation composition of a natural grassland when it is radically improved, %

Удобрения	Без обработки			Дискование			Дискование + посев		
	А	В	С	А	В	С	А	В	С
2012 г.									
Без удобрений (контроль)	-	-	100	-	-	100	80	-	20
Органические удобрения	-	-	100	-	-	100	60	30	10
2016 г.									
Без удобрений	50	-	50	60	-	40	65	-	35
Органические удобрения	90	-	10	80	-	20	20	-	80

Примечание. А – злаки; В – бобовые; С – разнотравье.

В этом же году участки, где были внесены органические удобрения без обработки почвы с последующим дискованием, были полностью заняты разнотравьем.

Следует отметить яркое проявление первой стадии сукцессии травостоя на фоне дискования естественного луга без посева. Наблюдалась вспышка обилия «бурьяна» из банка семян, который всегда имеется в почве. Из представителей разнотравья преобладал икотник серый (*Berteroa incana*) на участке с дискованием естественного луга без последующего посева многолетних трав. Спровоцированные улучшением аэрации почвы и переходом части аммонийного азота в нитратный в результате проветривания почвы плугом или дисковой бороной сорняки на первом году жизни обгоняют в развитии сеяные травы и обычно господствуют [14].

В варианте, где проведено дискование с последующим посевом трав, основу травостоя составили злаки – 60, бобовые – 30 и разнотравье – 10 %.

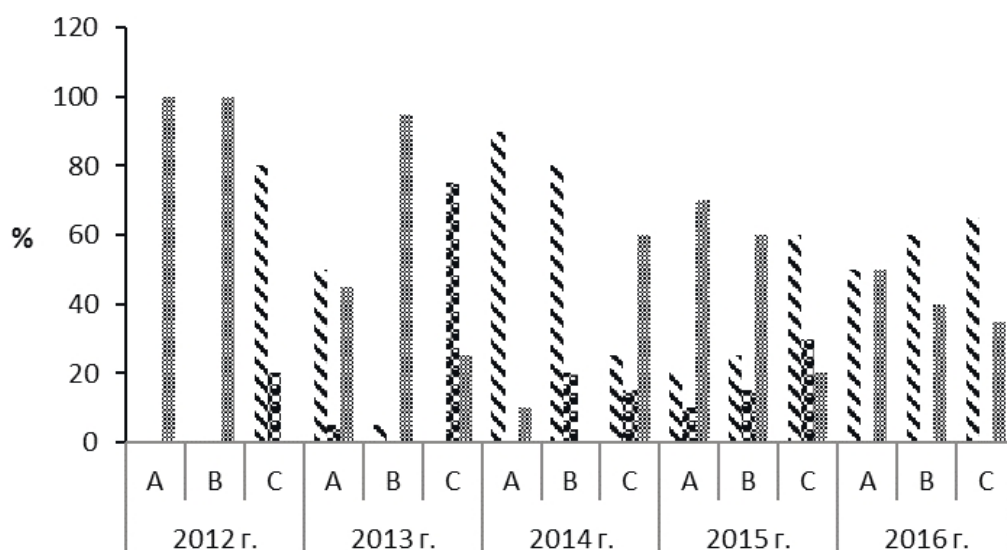
К вегетационному сезону 2016 г. наблюдаются существенные изменения в составе травостоя естественных угодий. В вариантах

без обработки почвы и с дискованием распределение злаков и разнотравья относительно равномерное. Так, в варианте без удобрений и обработки почвы (контроль) было 50 % злаков и 50 % разнотравья, в варианте с дискованием почвы соотношение в травостое злаков, разнотравья составило 60 и 40 %. В варианте, где проведено дискование с последующим посевом трав, злаковых – 65, разнотравья – 35 %. Бобовых трав не отмечено. Возможно, преобладание злаковых и разнотравья существенно препятствовало развитию бобовых трав.

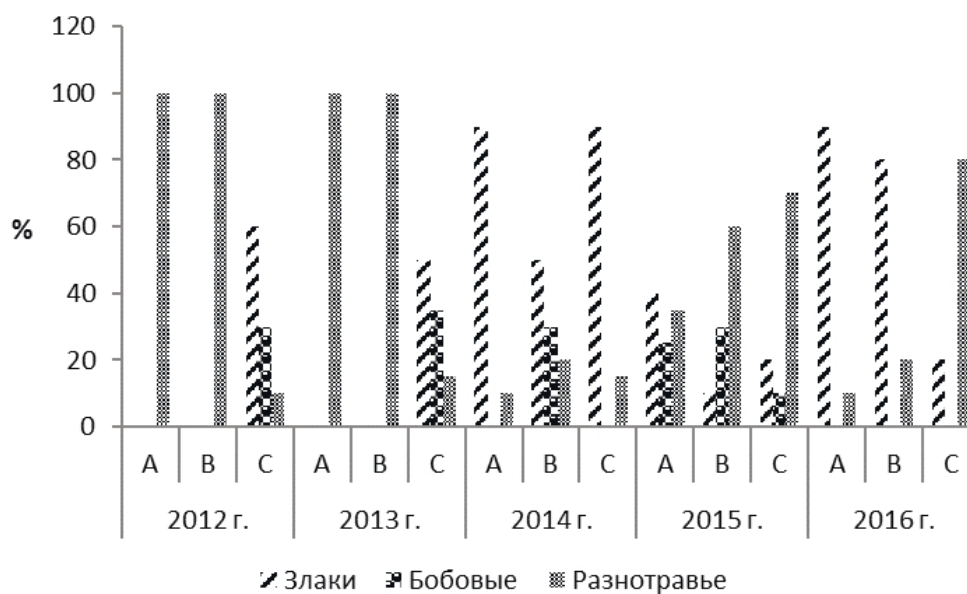
На удобренных органическими удобрениями участках показатели другие. Так, в варианте без обработки почвы злаковых было 90 %, разнотравья – 10 %. Дискование почвы способствовало усиленному развитию злаковых трав, доля которых достигала 80, разнотравья – 20 %, бобовых в травостое не отмечено. В варианте с дискованием и последующим посевом трав разнотравья было 80 % и только 20 % приходилось на злаковые травы.

Структура травостоя естественных пастбищ в динамике по годам жизни в зависимости от удобрений и обработки почвы представлена на рисунке.

Без удобрений



Органические удобрения



▨ Злаки ▨ Бобовые ▨ Разнотравье

Рис. 1. Структура естественного луга без обработки почвы (А), при дисковании (В) и при дисковании с последующим посевом многолетних трав (С)

Fig. 1. Structure of a natural meadow without tillage (A), with disking (B) and with disking followed by seeding with perennial grasses (C)

Так, на второй год наблюдений (2012 г.) в варианте без удобрений и обработки почвы, а также на участке с дискованием преобладало разнотравье (100 %). На участке с дискованием и последующим посевом трав соотношение злаковых и бобовых – 80 и 20 %.

Разнотравья не отмечено. На следующий год в варианте без обработки почвы, а также в варианте, где было проведено дискование, отмечаются только представители разнотравья. В варианте с посевом трав преобладали бобовые (75 %) и только 25 % разнотравья.

Следовательно, в удобренных вариантах и без удобрений в первые два года наблюдений преобладало разнотравье, в последующие два года – разнотравье, злаковые и бобовые травы. К последнему году наблюдений в травостое преобладали злаки (60–80 %) и разнотравье (30–45 %). Бобовые развиваются только на третий год наблюдений (четвёртый год жизни) и занимают незначительную нишу в течение 2–3 лет.

Появление и выживание бобовых трав на пастбищах в течение нескольких лет при разных условиях возделывания отмечено и за рубежом [16].

Изменение урожайности естественного луга под влиянием органических удобрений и обработки почвы на второй и шестой годы после улучшения представлено в табл. 2. На второй год после закладки (2012 г.) в варианте без обработки почвы (контроль) наблюдается рост продуктивности под влиянием органических удобрений – с 0,5 до 0,7 т/га абсолютно сухого вещества, в варианте, где

проведено дискование, – с 0,4 до 0,8, на участке с дискованием и последующим посевом многолетних трав – с 0,6 до 0,8 т/га. Однако повышение урожайности на удобренных органическими удобрениями участках было не существенным.

На шестой год исследований (2016 г.) рост урожайности более значителен и достоверен по сравнению с контролем. Так, в варианте без обработки почвы рост урожайности составил с 0,6 до 1,1, в варианте с дискованием – с 0,6 до 1,6, там, где дискование проведено с последующим посевом трав, от 1,1 до 1,5 т/га абсолютно сухого вещества. Разница достоверна во всех изучаемых вариантах. Нарастание урожайности происходит за счёт развития в травостое сеяных бобовых и злаковых трав.

Таким образом, продуктивность естественного луга значительно нарастает к шестому году жизни трав после проведенного улучшения.

Таблица 2

Динамика продуктивности естественного луга под влиянием удобрений и обработки почвы, т/га абсолютно сухого вещества

Dynamics of natural grassland productivity as a result of fertilization and tillage, t/ha absolute dry matter

Удобрение (А)	Обработка почвы (В)								
	Без обработки			Дискование			Дискование + посев		
	Сухое в-во	К. ед.	ГДЖ	Сухое в-во	К. ед.	ГДЖ	Сухое в-во	К. ед.	ГДЖ
2012 г.									
Без удобрений (контроль)	0,5	0,3	4,1	0,4	0,26	3,5	0,6	0,3	5,4
20 т/га навоза	0,7	0,49	6,4	0,8	0,5	6,8	0,8	0,5	7,0
НСР _{0,5} (по сухому веществу) А – 0,67; В – 0,45; АВ – 0,42									
2016 г.									
Без удобрений (контроль)	0,6	0,4	5,2	0,6	0,4	4,4	1,1	0,8	9,2
20 т/га навоза	1,1	0,8	9,3	1,6	1,0	12,8	1,5	1,0	12,6
НСР _{0,5} (по сухому веществу) А – 0,22; В – 0,22; АВ – 0,18									

ВЫВОДЫ

1. Перед началом исследований в травостое преобладало разнотравье. Внесение удобрений, обработка почвы и посев многолетних трав существенно меняют структуру травостоя. Удобрения и обработка почвы способствуют развитию злаковых трав, доля которых достигает 60–90 % травостоя. В вариантах с посевом трав доля бобовых составляет 25–30 %.

2. Начиная с третьего – четвертого года наблюдений доля злаковых, бобовых и разнотравья в травостое примерно выравнивается. К шестому году наблюдений в травостое остаются представители злаковых (70–80 %) и разнотравья, которые полностью вытесняют бобовые травы из травостоя.

3. Продуктивность естественного луга значительно, в 1,5–2 раза, нарастает к шестому году наблюдений под влиянием обработки почвы, удобрений и посева многолетних трав.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Triago L.R.S., Gille M., Dhanoa S.* Studies of method of conserving grass herbade and frequency of feeding in cattle // *British Journal of Nutrition.* – 1992. – N 67. – P. 305–318.
2. *Wilkins R.J.* Advantages and disadvantages in using pastures and earlyharvested silage in animal production systems // *Agricultural University of Norway as Norway.* – 2003. – P. 1–16.
3. *Wilkinson J.M.* Redefining efficiency of feed use by livestock // *Animal.* – 2011. – N 5. – P. 1014–1022.
4. Основные направления развития лугового кормопроизводства в России / А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, К.Н. Привалова, А.В. Родионова, Е.Е. Проворная, Н.В. Жезмер // *Достижения науки и техники в АПК.* – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 17–20.
5. *Косолапов В.М., Трофимов И.А.* Проблемы и перспективы развития кормопроизводства // *Кормопроизводство.* – 2011. – № 2. – С. 4–7.
6. *Лугопастбищные экосистемы в биосфере и сельском хозяйстве России* / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева // *Кормопроизводство.* – 2011. – № 3. – С. 5–7.
7. *Кашееваров Н.И.* Проблемные вопросы сельского хозяйства и кормопроизводства. – Новосибирск, 2016. – 106 с.
8. *Долголетние культурные пастбища в Западной Сибири* / В.П. Малков, Г.А. Демарчук, В.А. Вязовский. – Новосибирск, 1976. – 128 с.
9. *Тюрюков А.Г., Филиппов К.В.* Приёмы улучшения старовозрастных залежей лесостепной зоны Западной Сибири // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.* – 2017. – Т.47, № 6. – С. 5–10.
10. *A foundation of ecology rediscovered: 100 years of succession on the William S. Cooper plots in Glacier Bay, Alaska* / B. Buma, S. Bisbing, J. Krapek, G. Wright // *Ecology.* – 2017. – Vol. 98, N 6. – P. 1513–1523.
11. *Кулаков В.А., Алтунин Д.А., Леонидова Т.В.* Продуктивность пастбищных агрофитоценозов длительного пользования и плодородие почвы при разных уровнях применения удобрений // *Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. тр.* – М., 2017. – Вып. 13 (61). – С. 13–18.
12. *Методика опытов на сенокосах и пастбищах.* – М.: Изд-во ВНИИ кормов, 1971. – Ч. 1–2. – 404 с.
13. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.
14. *Самбуу А.Д.* Сукцессии растительности в травяных экосистемах Тувы // *Фундаментальные исследования.* – 2013. – № 10. – С. 1095 – 1099.
15. *Миркин Б.М.* Экология естественных и сеяных лугов // *Сельское хозяйство.* – 1991. – Т. 64, № 8. – С. 64.
16. *Emergence and survival of legumes seeded into pastures varying in landscape position* / J.A. Guretzky, K.J. Moore, A.D. Knapp, C.E. Brummer // *Plant and soil.* – 1990. – Vol. 109, N 3. – P. 321–325.

REFERENCES

1. Triago L.R.S., Gille M., Dhanoa S., Studies of method of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle, *British Journal of Nutrition*, 1992, No. 67, pp. 305 – 318.
2. Wilkins R.J., Advantages and disadvantages in using pastures and earlyharvested silage in animal production systems, *Agricultural University of Norway as Norway*, 2003, pp. 1–16.
3. Wilkinson J.M., Redefining efficiency of feed use by livestock, *Animal*, 2011, No. 5, pp. 1014–1022.
4. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Privalova K.N., Rodionova A.V., Agile E.E., Zhezmer N.V., *Dostizheniya nauki i tekhniki v APK*, 2018, Vol. 32, No. 2, pp. 17–20 (In Russ).
5. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., *Kormoproizvodstvo*, 2011, No. 2, pp. 4–7 (In Russ).
6. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., *Kormoproizvodstvo*, 2011, No. 3, pp. 5–7 (In Russ).
7. Kashevarov N.I., *Problemnye voprosy sel'skogo khozyaystva i kormoproizvodstva* (Problematic issues of agriculture and feed production), Novosibirsk, 2016, 106 p.
8. Malkov V.P., Demarchuk G.A., Vyazovsky V.A., *Dolgoletnie kul'turnye pastbishcha v Zapadnoy Sibiri* (Long-term cultural pastures in Western Siberia), Novosibirsk, 1976, 128 p.
9. Tyuryukov A.G. Filippov K.V., *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 2017, T 47, No. 6, pp. 5-10 (In Russ).
10. Buma B., Bisbing S., Krapek J., Wright G., A foundation of ecology rediscovered: 100 years of succession on the William S. Cooper plots in Glacier Bay, Alaska, *Ecology*, 2017, Vol. 98, I. 6, pp. 1513–1523.
11. Kulakov V.A., Altunin D.A., Leonidova T.V., *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo* (Multifunctional adaptive feed production), Collection of scientific tr., Moscow, 2017, Issue 13 (61), pp. 13-18 (In Russ).
12. *Metodika opytov na senokosakh i pastbishchakh* (Methods of experiments on hayfields and pastures), Moscow: Publishing House of the Research Institute of Feed, 1971, Ch. 1-2, 404 p.
13. Dospekhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Kolos, 1979, 416 p.
14. Sambuu A.D., *Fundamental'nye issledovaniya*, 2013, No. 10, pp. 1095–1099 (In Russ).
15. Mirkin B.M., *Sel'skoe khozyaystvo*, 1991, Vol. 64, No. 8, p. 64 (In Russ).
16. Guretzky J.A., Moore K.J., Knapp A.D., Brummer C.E., Emergence and survival of legumes seeded into pastures varying in landscape position, *Plant and soil*, 1990, Vol. 109, No. 3, pp. 321–325.