

ПОТЕНЦИАЛ ПРОДУКТИВНОГО ДОЛГОЛЕТИЯ БОБОВО-МЯТЛИКОВОЙ СМЕСИ НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

© 2024 г. **В. С. Бойко**, доктор сельскохозяйственных наук,
А. Ю. Тимохин, кандидат сельскохозяйственных наук

Омский аграрный научный центр,
644012, Омск, пр. Королева, 26
E-mail: boicko.vasily2011@yandex.ru

Исследования проводили с целью изучения влияния условий минерального питания на рост, развитие и урожайность сухого вещества смеси козлятника с кострцом в лесостепи Западной Сибири. Работу выполняли в 2000–2021 гг. в стационарном полевом опыте на лугово-черноземной среднетяжелосуглинистой почве в Омской области. Опыт закладывали в выводном поле по схеме, которая предусматривала изучение следующих вариантов: калийное удобрение (фактор А) – K_0, K_{60} ; азотное удобрение (фактор В) – N_0, N_{30}, N_{60} ; обеспеченность почвы подвижным фосфором (фактор С) – средняя (фон 0 – 70...80 мг/кг по Чирикову), повышенная (фон I – 120, фон II – 140 мг/кг), высокая (фон III – 150...160 мг/кг). Наиболее сбалансированным было соотношение бобового и мятликового компонентов на фонах с повышенным и высоким содержанием подвижного фосфора в почве. Без внесения азотных удобрений конкурентная способность козлятника в таких условиях возрастает. В годы, когда проводили орошения, урожайность травосмеси в вариантах с достаточным уровнем фосфора (повышенное и высокое содержание) достигала 8...9 т/га сухой массы против 6,35 т/га на фоне естественного плодородия почвы. В дальнейшем, при отсутствии полива, картина изменилась в сторону общего снижения урожайности до 5...6 т/га сухой массы в удобренных вариантах против 3,60...4,81 т/га без удобрений. Во втором десятилетии достоверный рост урожайности в вариантах без азотных удобрений в 2011–2015 гг. в среднем по фактору составлял 0,49 т/га, в 2016–2021 гг. – 0,99 т/га, вследствие повышения доли козлятника в ботаническом составе травостоя.

POTENTIAL OF PRODUCTIVE LONGEVITY OF LEGUM-MINT GRASS MIXTURE IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

V. S. Boiko, A. Yu. Timokhin

Omsk agrarian scientific center,
644012, Omsk, prosp. Koroleva, 26
E-mail: boicko.vasily2011@yandex.ru

Perennial legume-bluegrass herbaceous stands stabilize forage production for highly productive livestock farming and make a significant contribution to the nitrogen balance of agroecosystems in Western Siberia. The studies were conducted to study the effect of mineral nutrition conditions on the growth, development and dry matter yield of a mixture of goat's rue and brome grass in the forest-steppe of Western Siberia. The work was carried out in 2000...2021 in a stationary field experiment on meadow-chnozem medium-deep medium-humus heavy loamy soil in the Omsk region. The experiment was laid out in the hatchery field of the 8-field crop rotation (eastern galega, eastern galega + brome, spring barley, field pea, sweet sorghum, alfalfa + brome, forage beans, millet + rapeseed) according to the scheme providing for the study of the following options: potassium fertilizer (factor A) – K_0, K_{60} ; nitrogen fertilizer (factor B) – N_0, N_{30}, N_{60} ; soil supply with mobile phosphorus (factor C) – average (70...80 mg/kg according to F. V. Chirikov, background 0), increased (background I – 120, background II – 140 mg/kg), high (150...160 mg/kg, background III). The most balanced ratio of legume and bluegrass components was on the backgrounds with increased and high content of mobile phosphorus in the soil. Without the application of nitrogen fertilizers against these backgrounds, the competitive ability of goat's rue increases, which is ecologically and economically effective. Against the background of irrigation, the yield of the grass mixture reaches 8...9 t/ha of dry mass in variants with a sufficient level of phosphorus (increased and high content) at 6.35 t/ha without fertilizers. In subsequent years, in the absence of irrigation, the picture changed towards a general decrease in yield to 5...6 t/ha of dry mass in fertilized variants at 3.60...4.81 t/ha in the variant without fertilizers. In the second decade, a reliable manifestation of yield growth in variants without nitrogen fertilizers is by 0.49 in 2011...2015 and by 0.99 t/ha in 2016...2021 on average by factor, due to an increase in the share of goat's rue in the botanical composition.

Ключевые слова: кормопроизводство, козлятник (*Galega orientalis*), кострец (*Bromus inermis*), травосмеси, долголетие, минеральное питание.

Keywords: forage production, goat's rue (*Galega orientalis*), rump (*Bromus inermis*), grass mixtures, longevity, mineral nutrition.

У растений многокомпонентных бобово-мятликовых смесей листья располагаются в разных ярусах, а корневая система – в различных слоях почвы, что позволяет им лучше и полнее использовать тепло и свет, питательные вещества и влагу [1, 2]. Содержание белка в зеленой массе растений мятликового компонента при совместном выращивании с бобовыми повышается, что объясняется использованием ими части азота, фиксируемого из воздуха, бобовой культурой [3, 4, 5].

Травосмеси более устойчивы к неблагоприятным условиям внешней среды и сорнякам, чем отдельные

компоненты, меньше повреждаются вредителями, накапливают больше корневых и пожнивных остатков, улучшают микробный статус и физико-химические свойства почвы [6, 7].

Однако бобовые виды в травосмесях сохраняются только первые два-три года, а затем вытесняются мятликовыми видами. Одна из причин такой ситуации состоит в том, что большинство бобовых трав уступают по долголетию мятликовым, на 4...5 год жизни они снижают продуктивность, в то время как мятликовые, используя биологический азот, накопленный в почве

бобовыми, продолжают активно расти и развиваться. Поэтому важны как подбор компонентов, так и способы посева и использования травостоев.

Как правило, в условиях Сибири на орошаемых и богарных сенокосах целесообразно включать в травосмеси кострец безостый, который по продуктивности превосходит большинство мятликовых трав. В рекомендованной структуре использования орошаемой пашни, да и на кормовой площади в условиях богары, значительное место отводится многолетним бобово-мятликовым травосмесям [8].

Помимо люцерны, эспарцета, хорошим компонентом бобово-мятликовых травосмесей в лесостепи служит козлятник [9]. По биологии он выгодно отличается от большинства бобовых высоким продуктивным долголетием и способностью с возрастом вытеснять из структуры травостоя сорные виды [10, 11]. В связи с этим необходимо тщательное изучение вопросов, связанных с созданием и использованием смешанных травостоев козлятника с мятликовыми травами. Предложенный ранее отдельно-рядовой способ выращивания многолетних бобово-мятликовых травосмесей вывел решение указанной проблемы на новый качественный уровень, позволив сохранять долю бобового компонента на высоком уровне длительное время [12].

Однако при создании высокопродуктивных смешанных травостоев длительного использования важно обеспечить для них оптимальный уровень минерального питания [13], особенно в условиях орошения, где происходит интенсивный вынос макроэлементов из почвы.

Цель исследований – изучение динамики ботанического состава, биометрических показателей и урожайности козлятника-кострецово смеси в зависимости от уровня минерального питания и длительности возделывания.

Методика. Работу выполняли в 2000–2021 гг. на опытном поле ФГБНУ «Омский АНЦ» в южной лесостепи Омского Прииртышья (55.046561°N 73.454574°E). Объектами исследований служили разновозрастная смесь козлятника с кострецом и лугово-черноземная средне-мощная, среднегумусная, тяжелосуглинистая почва с нейтральной реакцией среды ($pH_{вод}$ пахотного слоя – 7,1), содержанием гумуса в слое 0...0,4 м – 5,9...6,4 %, мощностью гумусового горизонта – 0,45 м, с низкой исходной обеспеченностью нитратным азотом в слое 0...0,4 м (по Грандваль-Ляжу), средней – подвижным фосфором и высокой – подвижным калием в слое 0...0,2 м (по Чирикову).

Стационарный полевой опыт закладывали в водном поле по схеме, предусматривающей изучение следующих вариантов:

калийное удобрение (фактор А) – K_{0}, K_{60} ;
азотное удобрение (фактор В) – N_{0}, N_{30}, N_{60} ;
обеспеченность почвы подвижным фосфором (фактор С) – средняя (фон 0 – 70...80 мг/кг по Чирикову), повышенная (фон I – 120, фон II – 140 мг/кг), высокая (фон III – 150...160 мг/кг).

Различные фоны обеспеченности почвы подвижным фосфором сформированы в начальный период исследований в стационарном опыте (1978–1985 гг.) посредством создания положительного баланса этого элемента. В последующие 10 лет (1986–1995 гг.) их поддерживали внесением фосфорсодержащих удобрений в размере среднегодового выноса.

Поперек созданных фонов в соответствующих вариантах вносили удобрения: азотные (N_{30}, N_{60}) под каждый из двух укосов, калийные (K_{60}) – весной, в период возобновления вегетации.

Посев травосмеси проводили в 2000 г. беспорочно сеялкой СЗТ-3,6 отдельно-рядовым способом, норма высева козлятника – 3,0, костреца – 1,8 млн всхожих семян на 1 га. Суть способа состоит в одновременном посеве мятликовой культуры (костреца) из зернового ящика через 0,6 м и бобовой культуры (козлятника) из ящика для мелкосеянного компонента через 0,15 м. Площадь элементарной делянки общая составляла 360 м² (18 м × 20 м), учетная – 78 м², уборку осуществляли кормоуборочным комбайном Е-280 с весовым устройством. Повторность трехкратная. Учетные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа. Весь период исследований на одном травостое с 2001 по 2021 гг. разбит на интервалы (2001–2005, 2006–2010, 2011–2015, 2016–2021 гг.), по которым приведены средние экспериментальные данные. Год формирования травостоя (2000 г.) нетипичный, в сравнении с последующими периодами.

Метеоусловия в период исследований были разнообразными по тепло- и влагообеспеченности как календарного года, так и вегетационных периодов (ГТК по Селянину за период с температурой выше 10 °С от 0,52 до 1,58 и суммой температур от 1803 до 2523 °С), тем самым отражая особенности климата территории южной лесостепи Омского Прииртышья и в целом Западной Сибири. Наблюдения и анализы проводили по общепринятым в земледелии, агрохимии и растениеводстве методикам.

Первые 10 лет (2001–2010 гг.) травостой использовали в режиме орошения дождеванием (ДКШ-64 «Волжанка»), в дальнейшем (2011–2021) – в условиях естественного увлажнения. Оросительная норма в засушливом 2000 г. формирования травостоя составила 1500 м³/га. В последующие годы она изменялась от 0 до 2400 м³/га. В среднем оросительная норма составила 1238 м³/га при поливной норме 150...450 (в среднем 344) м³/га и кратности полива 3,6. Внутрисезонное распределение оросительной нормы в мае, июне, июле и августе составило 10,3; 31,8; 33,3 и 24,3 % соответственно.

Результаты и обсуждение. Питательный режим почвы формировался вследствие мобилизации почвенного плодородия и внесения минеральных удобрений. Содержание нитратного азота как весной, в период возобновления вегетации в вариантах без удобрений, так и осенью, после проведения двух укосов, было низким или очень низким в слое 0...0,4 м – 2,6...5,5 и 1,2...8,6 мг/кг почвы соответственно. То есть азот текущей мобилизации относительно полно использовался вегетирующим агроценозом.

По содержанию калия особых закономерностей не установлено. В слое 0...0,2 м на протяжении всего периода оно было высоким – 200...300 мг/кг почвы. В слое 0,2...0,4 м наблюдали аналогичную картину, за исключением последнего пятилетия, когда его содер-

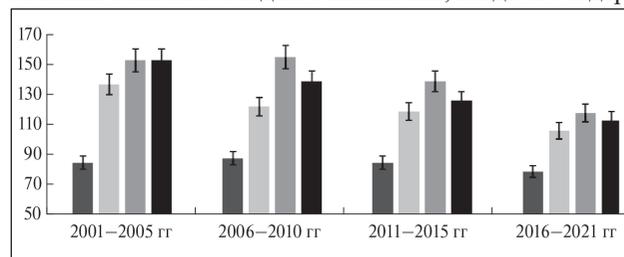


Рис. 1. Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0...0,2 м по временным интервалам развития травостоя, мг/кг: ■ – 0 фон; □ – I фон; ▒ – II фон; ■ – III фон.

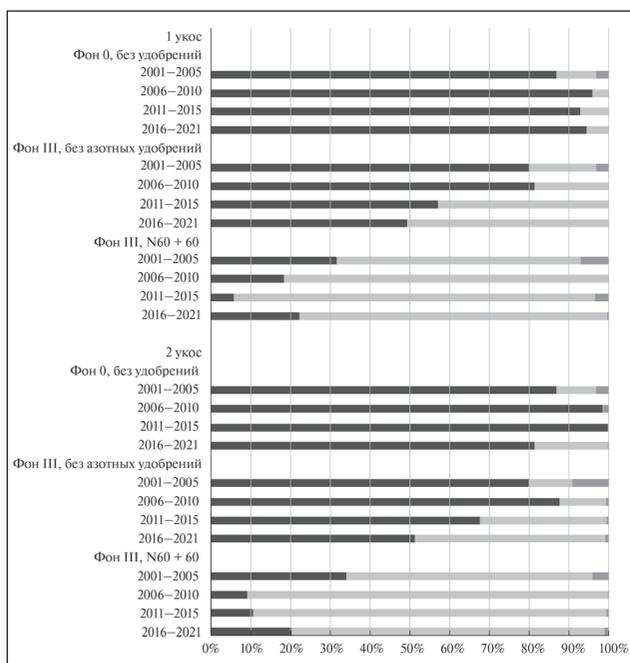


Рис. 2. Ботанический состав травосмеси по временным интервалам развития, %:
 ■ – козлятник; □ – кострец; ▒ – сорняк.

жание снизилось до 94...122 мг/кг. Подобную ситуацию отмечали при анализе калийного режима почвы полей распыленного рядом севооборота [14].

Более динамичным было содержание подвижного фосфора, особенно на фонах с высокой обеспеченностью этим элементом. В слое 0...0,2 м его содержание из-за интенсивного выноса снизилось за 20 лет со 152 до 112...117 мг/кг почвы (рис. 1).

Почва на участках с повышенным содержанием (фоны I и II) осталась в той же градации, снижение произошло со 136 до 105 мг/кг. На фоне без удобрений картина была стабильной как в пахотном (78...87 мг/кг), так и в подпахотном (70...80 мг/кг) слоях. Ежегодное снижение на фонах с интенсивным выносом элемента составило 1,5...2,0 мг/кг почвы.

В первый год козлятник и кострец в смеси росли и развивались медленно, в силу своих биологических особенностей, поэтому угнетались сорняками. В последующие годы жизни, благодаря более интенсивному росту культурных видов, происходило снижение засоренности травосмеси, а содержание семян трав резко возросло. Доля сорняков в биомассе в среднем за 2...6 годы жизни (2001–2005 гг.) в первом и втором укосах находилась примерно на одинаковом уровне и составляла 3...13 %.

В дальнейшем сорные виды в травостое практически отсутствовали вследствие высокой фитоценотической активности обеих многолетних культур, в среднем по агроценозу их масса не превышала 1 %. Доля семян трав в значительной степени зависела от условий минерального питания. В варианте без удобрений преобладал бобовый компонент, в максимально удобренном варианте на фоне с повышенным и высоким содержанием фосфора и внесения N_{30} под каждый из двух укосов доля костреца в 2006–2010 гг. составляла соответственно 96 и 82 %, в 2011–2015 гг. – 93 и 91 %, в 2016–2021 гг. – 95 и 77 % (рис. 2).

В последний период лет (2016–2021 гг.) доля козлятника в первом укосе в удобренном варианте увели-

чилась, вероятно, из-за снижения фитоценотической активности костреца даже на фоне интенсивного азотного питания. Во втором укосе картина была аналогичной. То есть в контрольных и наиболее удобренных вариантах травостой становился практически однокомпонентными, что нецелесообразно для использования в производстве. В первые 5...10 лет наиболее сбалансированный по ботаническому составу травостой формировался на фоне повышенного содержания фосфора и внесения N_{30} под каждый укос. При более длительном использовании (15...20 лет) наиболее сбалансированное соотношение бобового и мятликового компонентов отмечали на фоне с повышенным содержанием фосфора, без внесения азотных удобрений.

Показатели линейного роста компонентов травосмеси также зависели от уровня минерального питания, но в меньшей степени, чем ботанический состав. Например, высота козлятника в первом укосе в среднем за 2...6 годы жизни увеличивалась на фоне с высоким содержанием фосфора с 91 до 96 см. Аналогичным образом она увеличивалась и от калийной подкормки при слабой зависимости от азотных удобрений. Во втором укосе различия между вариантами были еще менее выраженными. То же можно сказать и о костреце, высота которого увеличивалась на 5...7 см при повышении обеспеченности фосфором и на 2...3 см от калийной и азотной подкормок.

Во втором укосе заметным было влияние только азотных подкормок. В целом, травостой как в первом, так и втором укосах был высокорослым, достигая высоты 1 м, что свидетельствует о хорошем соответствии условий выращивания потребностям растений.

Кострец в первые годы жизни был высокорослым при внесении $N_{30...60}$. Затем эта тенденция (+5 см) установилась в варианте без азотных удобрений, где кострец отличался меньшей облиственностью и удлиненными генеративными частями растений. Козлятник свободнее произрастал в вариантах без азотных удобрений, развивая более высокие (+ 5...10 см) растения.

Динамика линейного роста более выражена как по укосам, так и периодам лет. В первые годы использования травостоя высота костреца в первом укосе в среднем по опыту достигала 116 см, во втором – 99 см. Высота козлятника по укосам практически не менялась – 94...95 см. В 2006–2010 гг. величина этого показателя у растений костреца в первом укосе в среднем уменьшилась до 109 см, во втором – до 90 см, у козлятника – соответственно до 78 и 73 см (рис. 3).

В последующее пятилетие высота костреца в первом укосе достигала 103 см, во втором – 62 см, козлятника – соответственно 70 и 56 см. И в завершающий период ис-

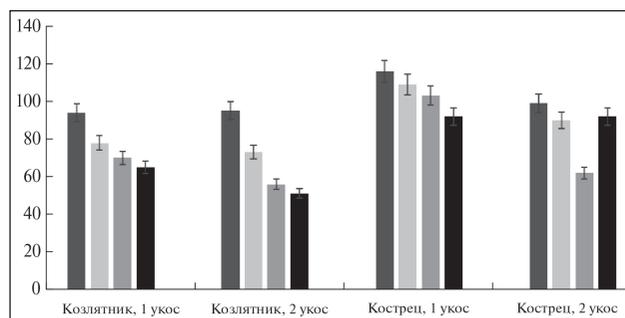


Рис. 3. Высота растений по временным интервалам развития травосмеси в среднем по вариантам опыта, см:
 ■ – 2001–2005; □ – 2006–2010;
 ▒ – 2011–2015; ■ – 2016–2021 гг.

Урожайность козлятниково-кострецовой травосмеси по временным интервалам развития, т/га сухой массы

Удобрения		Фон обеспеченности P ₂ O ₅ (фактор С)				Среднее по фактору	
калийные (фактор А)	азотные (фактор В)	0	I	II	III	А	В
кг д.в/га							
2001–2005 гг.							
0	0	6,35	8,99	9,05	9,39	8,68	8,58
	30+30	6,33	8,73	9,36	9,63		
	60+60	6,95	9,45	9,66	10,29		8,91
60	0	8,46	8,74	8,46	9,19	9,13	
	30+30	8,66	9,05	9,69	9,85		9,23
	60+60	8,87	9,06	9,73	9,84		
Среднее (С)		7,60	9,00	9,32	9,70		8,91
НСР ₀₅ : А – 0,46; В – 0,56; С – 0,65; для частных различий – 1,60							
2006–2010 гг.							
0	0	3,60	4,96	4,97	5,00	4,56	4,65
	30+30	3,60	4,53	4,82	4,77		
	60+60	3,47	4,95	5,10	4,90		4,63
60	0	3,78	4,78	4,99	5,19	4,79	
	30+30	3,79	4,43	6,32	4,80		4,72
	60+60	4,78	5,16	4,69	4,77		
Среднее (С)		3,84	4,80	5,15	4,91		4,67
НСР ₀₅ : А – 0,26; В – 0,32; С – 0,37; для частных различий – 0,91							
2011–2015 гг.							
0	0	3,89	5,92	5,07	5,47	4,91	5,07
	30+30	3,57	5,24	5,25	5,10		
	60+60	4,16	5,10	4,80	5,40		4,58
60	0	3,63	5,52	5,52	5,50	4,69	
	30+30	4,05	4,90	4,27	4,25		4,76
	60+60	4,10	5,11	4,60	4,77		
Среднее (С)		3,93	5,30	4,92	5,08		4,80
НСР ₀₅ : А – 0,39; В – 0,47; С – 0,55; для частных различий – 1,35							
2016–2021 гг.							
0	0	4,81	5,33	5,75	5,72	4,86	5,18
	30+30	3,79	4,92	5,18	5,25		
	60+60	3,62	4,64	4,78	4,55		4,70
60	0	3,52	5,01	5,35	5,94	4,56	
	30+30	3,98	4,56	5,01	4,88		4,26
	60+60	3,96	4,38	3,94	4,17		
Среднее (С)		3,95	4,81	5,00	5,09		4,71
НСР ₀₅ : А – 0,46; В – 0,56; С – 0,65; для частных различий – 1,59							

пользования травосмеси (2016–2021 гг.) высота костреца в обоих укосах была одинаковой, в среднем 92 см, козлятника – в первом укосе – 65 см, во втором – 51 см. То есть временной фактор играл более существенную роль, чем условия минерального питания.

Уровень минерального питания оказывал влияние на ботанический состав, а через него – на урожайность травосмеси. Самой низкой она была в год посева (2000 г.) – не более 6 т/га зеленой массы и зависела в основном от содержания в почве фосфора.

В дальнейшем (2001–2005 гг.) урожайность травосмеси значительно возрастала. Наиболее продуктивный травостой формировался на фонах с повышенным и высоким содержанием подвижного фосфора в почве – от 8,99 до 9,39 т/га сухой массы без азотных и калийной подкормок (см. табл.).

Положительное влияние калия проявилось только на фоне со средним содержанием фосфора, прибавка составила в среднем 2,12 т/га, или 32,4 % при урожайности сухой массы без удобрений – 6,35 т/га. Содержание подвижного фосфора на уровне повышенной и высокой обеспеченности увеличивало сбор сухой массы на 18,4...27,6 %. Азотные подкормки (N_{30...60}) под каждый укос слабо влияли на продуктивность травосмеси. Только внесение 60 кг д.в./га под каждый укос достоверно повышало сбор сухой массы на 0,65 т/га в среднем по фактору.

В первые пять лет использования травостоя урожайность была наиболее высокой, в последующие годы картина изменилась в сторону ее общего снижения

до 5...6 т/га сухой массы в удобренных вариантах при 3,60...4,81 т/га на контроле. В период 7...11 лет жизни действие калийных и азотных удобрений было не достоверным при положительном влиянии последствие фосфора, прибавка, по отношению к фону обеспеченности 0, составила 0,9...1,31 т/га сухой массы.

Аналогичная закономерность по влиянию фонов с повышенным содержанием фосфора сохранялась в 2011–2015 и 2016–2021 гг. при отсутствии положительного влияния калийной подкормки. Во втором десятилетии отмечен достоверный рост урожайности в вариантах без азотных удобрений: в 2011–2015 гг. – на 0,49 и в 2016–2021 гг. – на 0,99 т/га в среднем по фактору, очевидно из-за более высокой доли козлятника в ботаническом составе. Превалирование костреца в вариантах с азотными подкормками (N₆₀ под каждый из двух укосов), особенно в последний период, достоверно снизило урожайность, в сравнении с вариантами без азотных удобрений, где почти половина биомассы приходилась на более урожайную бобовую культуру.

Выводы. В структуре кормопроизводства, в том числе орошаемого, лесостепи Западной Сибири существенные площади могут и должны занимать травостой на основе костреца в смеси с козлятником с высоким потенциалом продуктивного долголетия.

Для козлятниково-кострецовой травосмеси первостепенное значение имеет оптимизация условий минерального питания. Для этого следует создавать фон с повышенной или высокой обеспеченностью почвы фосфором. В таких условиях урожайность травосмеси при орошении в первые пять лет достигает 8,99...9,39 т/га сухой массы против 6,35 т/га в варианте без удобрений. Применение азотных удобрений (N_{30...60}) под каждый укос способствует увеличению доли костреца на этом фоне в первом укосе до 24...41 %, во втором – до 23...43 %.

В последующие годы, при отсутствии полива, картина изменилась в сторону общего снижения урожайности до 5...6 т/га сухой массы в удобренных вариантах при 3,60...4,81 т/га без удобрений. В период 7...11 лет жизни действие калийных и азотных удобрений было не достоверно при положительном последствии фосфора, прибавка составила 0,90...1,31 т/га сухой массы, по отношению к фону с многолетним отрицательным балансом этого элемента, и такая закономерность сохранялась с увеличением возраста травостоя.

Во втором десятилетии достоверное увеличение урожайности отмечено в вариантах без азотных удобрений в 2011–2015 гг. – на 0,49 т/га, в 2016–2021 гг. – на 0,99 т/га в среднем по фактору, вследствие повышения доли козлятника в ботаническом составе травосмеси.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ.

Работа финансировалась за счет средств бюджета ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» на выполнение государственного задания. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ.

В работе отсутствуют исследования человека или животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

Авторы работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература.

1. Лукашов В. Н., Исаков А. Н. Продуктивное долголетие козлятника восточного и травосмесей с его участием // *Земледелие*. 2017. № 2. С. 26–28.

2. Иванова М. В., Плотников А. А. Сравнительная эффективность бобово-злаковых травостоев на основе козлятника восточного (*Galéga orientalis* Lam.) // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 1. С. 10–13. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10103.
3. Дронова Т. Н., Бурцева Н. И. Кормовые конвейеры для высокопродуктивного крупного рогатого скота на орошаемых землях // *Орошаемое земледелие*. 2020. № 1. С. 25–28. doi: 10.35809/2618-8279-2020-1-5.
4. Степанов А. Урожайность козлятничко-злаковых травосмесей / А. Степанов // *Животноводство России*. 2022. № 10. С. 57–61. doi: 10.25701/ZZR.
5. Храмов С. Ю., Степанов А. Ф. Сравнительная оценка продуктивности бобово-злаковых травосмесей с участием козлятника восточного в подтаежной зоне Западной Сибири // *Агрофорсайт*. 2022. № 1 (38). С. 3–10.
6. Многолетние травостои на основе новых сортов козлятника восточного и интенсивных видов злаковых трав / Д. А. Вагунин, А. Д. Капсамун, Н. Н. Иванова и др. // *Бюллетень науки и практики*. 2018. Т. 4. № 10. С. 185–191. doi: 10.5281/zenodo.1461953.
7. Магомедов К. Г., Камилов Р. К. Высококачественные агрофитоценозы на кормовых угодьях // *Научные известия*. 2020. № 21. С. 18–24. doi: 10.34905/PC.2020.12.81.003.
8. Бойко В. С. Полевое кормопроизводство на орошаемых черноземах в лесостепи Западной Сибири. Омск: ИП Макшеевой Е. А., 2019. 312 с.
9. Вагунин Д. А., Иванова Н. Н. Формирование высокопродуктивных бобовозлаковых агроценозов длительного пользования на основе козлятника восточного // *Кормопроизводство*. 2023. № 4. С. 8–14.
10. Сафина Н. В. Семенная продуктивность козлятника восточного в условиях Среднего Поволжья // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 3 (59). С. 43–47. doi: 10.18286/1816-4501-2022-3-43-47.
11. Многолетние травы в кормопроизводстве Западной Сибири / В. И. Дмитриев, В. С. Бойко, А. Ю. Тимохин и др. // *АгроЭкоИнфо*. 2018. № 4 (34). С. 53.
12. Патент № 2208921 С2 Российская Федерация, МПК А01В 79/00, А01С 7/00. Способ возделывания многолетних трав: № 99109733/13; заявл. 05.05.1999; опубл. 27.07.2003 / В. С. Бойко; заявитель Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства)
13. Анисимова Т. Ю. Влияние минеральных удобрений и подсева трав на трансформацию ботанического состава травостоя на выработанном торфянике // *Агрохимия*. 2023. № 7. С. 19–26. doi: 10.31857/S0002188123070037.
14. Бойко В. С., Якименко В. Н., Тимохин А. Ю. Изменение калийного состояния почв лесостепи Западной Сибири при длительном сельскохозяйственном использовании // *Экология и промышленность России*. 2019. Т. 23. № 11. С. 66–71. doi: 10.18412/1816-0395-2019-11-66-71.

Поступила в редакцию 25.08.2024
 После доработки 21.09.2024
 Принята к публикации 08.10.2024