

КОРМОПРОИЗВОДСТВО /
FODDER PRODUCTION<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.735-744>

УДК 631.584:632.2

**Влияние срока сева и минерального питания на продуктивность однолетних травосмесей**

© 2021. А. А. Артемьев✉, А. М. Гурьянов, М. П. Капитанов, А. А. Пронин

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

В условиях лесостепи Поволжья (Республика Мордовия) изучали продуктивность однолетних кормовых травосмесей (вика + овёс, суданская трава + горчица белая, суданская трава + редька масличная), высеваемых после уборки озимой ржи в фазах «выход в трубку» (1-й срок сева), «колошение» (2-й срок) и «полная спелость» (3-й срок сева). Эксперимент проводили в 2018–2020 гг. на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом на фоне трех доз применения минеральных удобрений (без удобрений, $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{30}$, $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{60}$). Установлено, что продолжительность вегетации кормовых смесей по срокам сева при уборке на зеленую массу составила: при 1-ом сроке сева – 63–85 дней, при 2-ом – 63–76 дней, при 3-ем – 56–62 дня. Наибольшую высоту растения имели при 1-ом сроке посева с внесением удобрений в дозе $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{60}$, наименьшую – при 3-ем сроке. Среди культур максимального роста достигала суданская трава (48–116 см), минимального – смесь вика с овсом (18–67 см). Наибольшая урожайность зеленой массы (14,0 т/га) отмечена при возделывании суданской травы в смеси с редькой масличной на фоне $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{60}$ при 1-ом сроке посева. При выращивании суданской травы с горчицей белой урожайность получена на 2–7 % меньше, а викоовсяной смеси – на 32–45 %. По сбору сухого вещества и кормовых единиц наблюдалась аналогичная закономерность. По содержанию протеина смеси суданской травы с крестоцветными культурами превосходили викоовсяную смесь на 7–26 %. Содержание клетчатки в травосмесях уменьшалось от первого срока сева к последнему. Наибольшее ее количество (28,11–28,72 %) наблюдалось при 2-ом сроке сева. Экономическая оценка показала, что возделывание однолетних травосмесей после озимой ржи без внесения минеральных удобрений наиболее рентабельно (29–208 %). Наибольшую эффективность (202–208 %) обеспечили посевы суданской травы в смеси с редькой масличной и горчицей белой.

Ключевые слова: викоовёс, суданская трава, горчица белая, редька масличная, минеральные удобрения, урожайность, качество

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № 0767-2019-0100).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Артемьев А. А., Гурьянов А. М., Капитанов М. П., Пронин А. А. Влияние срока сева и минерального питания на продуктивность однолетних травосмесей. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(5):735–744. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.735-744>

Поступила: 08.06.2021

Принята к публикации: 01.10.2021

Опубликована онлайн: 27.10.2021

Influence of the sowing time and mineral fertilizers on the productivity of annual grass mixtures

© 2021. Andrey A. Artemyev✉, Alexander M. Guryanov, Michael P. Kapitanov, Alexey A. Pronin

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The productivity of annual feed grass mixtures (vetch + oats, Sudan grass + white mustard, Sudan grass + oilseed radish), sown after the winter rye harvesting during the “shooting” phase (the 1st time of sowing), during the “heading” phase (the 2nd time of sowing), and during the phase of complete ripeness (the 3^d time of sowing), was studied in the conditions of forest-steppe soils of the Volga Region (the Republic of Mordovia). The experiment was carried out in 2018–2020 on heavy loamy soils against the background of three doses of mineral fertilizers use (without fertilizers, $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{30}$, $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{60}$). It has been established that the duration of vegetation of feed mixtures according to the time of sowing when harvesting for green mass was: at the first the time of sowing – 63–85 days, at the second – 63–76 days, at the third – 56–62 days. The highest height of the plant was at the first time of sowing with the use of fertilizers at a dose of $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{60}$, the lowest – at the third time of sowing. The highest growth was achieved by Sudan grass (48–116 cm), the lowest – by the mixture of vetch and oats (18–67 cm). The highest yield of green mass (14.0 t/ha) was observed when cultivating Sudan grass mixed with oilseed radish on the background of $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{60}$ at the first time of sowing. For mixture of Sudan grass with white mustard, the yield was 2–7 % lower,

and for vetch + oats mixture – 32-45 % lower. The same was observed according to the yield of dry matter and feed units. As to the protein content, mixtures of Sudan grass with cruciferous crops exceeded the vetch + oats mixture by 7-26 %. The fiber content in the grass mixtures was decreasing from the first time of sowing to the last. The greatest amount of fiber (28.11-28.72 %) was observed during the second time of sowing. The economic assessment showed that the cultivation of annual grass mixtures after winter rye without mineral fertilizers was the most cost-effective (29-208 %). The highest efficiency (202-208 %) was provided by the mixture of Sudan grass with oilseed radish and white mustard.

Keywords: vetch-oat mixture, Sudan grass, white mustard, oilseed radish, mineral fertilizers, productivity, quality

Acknowledgement: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0767-2019-0100).

The authors are grateful to reviewers for their contribution to expert assessment of the work.

Conflict of interest: the authors declared no conflict of interest.

For citations: Artemyev A. A., Guryanov A. M., Kapitanov M. P., Pronin A. A. Influence of the sowing time and mineral fertilizers on the productivity of annual grass mixtures. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(5):735-744. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.735-744>

Received: 08.06.2021

Accepted for publication: 01.10.2021

Published online: 27.10.2021

Существенным фактором интенсификации растениеводства является систематическое возделывание промежуточных культур, типичных для определенных мест произрастания. Расширение площади их выращивания служит важной предпосылкой для развития животноводства регионов [1, 2, 3].

Значение промежуточных культур весьма разносторонне [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Одновременно они позволяют более полно использовать агроклиматические ресурсы региона, машины и орудия, удобрения и землю и при этом повышают коэффициент использования пашни до 1,5-2,0. Велика их роль в увеличении производства кормов и улучшении их качества. Такие культуры способствуют использованию пашни в течение всего периода вегетации [12, 13, 14].

Проведенные ранее исследования показали, что в условиях лесостепи Поволжья и, в частности Республики Мордовии, наибольший интерес среди озимых промежуточных культур представляет озимая рожь – источник самого раннего корма [15]. После ее уборки на зеленый корм остается достаточно времени для культивирования других кормовых культур, например, викоовсяной смеси, суданской травы в смеси с соей и рапсом. Агроценозы данных культур устойчиво формируют высокий урожай укосной массы [16].

К настоящему времени учеными Мордовского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока накоплен значительный экспериментальный материал и имеется определенный практический опыт по возделыванию промежуточных культур в полевых севооборотах [15, 17], однако дальнейший рост продуктивности промышленного животноводства в современных условиях требует повышения качества корма за счет расширения видового

разнообразия кормовых растений. В связи с чем выполнение исследований в этом направлении является весьма актуальным и имеет определенный научно-практический интерес для условий лесостепи Поволжья. Поэтому нами были проведены исследования по изучению влияния сроков сева на трех фонах минерального питания на урожайность кормовых культур, используемых в поукосных и пожнивных посевах.

Цель исследований – изучить влияние сроков сева и доз минеральных удобрений на урожайность и качество однолетних травосмесей, используемых в качестве промежуточных культур с целью увеличения сбора высококачественного корма в летне-осенний период.

Материал и методы. Изучение сроков сева однолетних травосмесей, возделываемых в поукосных и пожнивных посевах после озимой ржи, осуществляли на опытном поле Мордовского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2018-2020 гг. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое – 6,8-7,0 %, общего азота – 0,32-0,34 %, подвижных форм фосфора – 199-202 мг/кг, калия – 199-205 мг/кг почвы, рН_{сол} – 5,3-5,4.

Объектами исследования служили викоовсяная смесь, смеси суданской травы с горчицей белой и редькой масличной. Схема опыта включала: Фактор А (кормовые смеси): 1. Викоовсяная смесь (контроль). 2. Смесь суданской травы с горчицей белой. 3. Смесь суданской травы с редькой масличной.

Фактор В (срок сева после озимой ржи): 1. 1-й срок – поукосный, после уборки ржи в фазе «выход в трубку». 2. 2-й срок – поукосный, после уборки ржи в фазе «колошение». 3. 3-й срок – пожливный, после уборки ржи на зерно.

Фактор С (удобрения): 1. Контроль (без удобрений). 2. $N_{16}P_{16}K_{16}$ (под предпосевную культивацию) + N_{30} (подкормка). 3. $N_{16}P_{16}K_{16}$ (под предпосевную культивацию) + N_{60} (подкормка).

Закладка и проведение опыта осуществлялись по общепринятым методикам^{1, 2, 3}. Повторность 3-кратная. Площадь учетной делянки 16 м² (1,6×10 м). Вслед за уборкой озимой ржи по схеме опыта вносили удобрения, почву двукратно дисковали (дискатор БДМ-3×4) на глубину 8-10 см, затем культивировали с одновременным боронованием и прикатыванием. Посев смесей осуществляли сеялкой СН-16 с последующим прикатыванием почвы. Норма высева по культурам составила: викоовес – 2,0 млн + 4,0 млн всх. семян на 1 га, суданская трава в смеси с горчицей белой – 1,0 млн + 0,8 млн всх. семян на 1 га, суданская трава в смеси с редькой масличной – 1,0 млн + 0,5 млн всх. семян на 1 га. Учет массы зеленых растений осуществляли вручную путем скашивания их со всей делянки и взвешиванием массы в фазе «колошение» злаковых культур. В качестве удобрений использовали азофоску (марка $N_{16}P_{16}K_{16}$) и аммиачную селитру, которую вносили в начале выхода в трубку злаковой культуры.

Агрохимический анализ почвы (0-20 см) и качественные показатели зеленой массы растений (сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка, БЭВ) определяли в сертифицированной лаборатории Центра агрохимического обслуживания «Мордовский». Основные результаты обработаны методом дисперсионного анализа⁴ с использованием компьютерных программ. Экономическую оценку проводили по технологическим картам с применением типовых норм и в соответствии с рекомендациями по определению экономического эффекта от использования результатов НИР и ОКР в агропромышленном комплексе⁵.

Результаты и их обсуждение. Реальные сроки сева кормовых культур в годы проведения исследований во многом определялись погодными условиями вегетации, которые были различными, но типичными для лесостепи Поволжья. Рост, развитие и формирование урожая зеленой массы кормовых смесей в первый год исследований (2018 г.) протекали

при сильной засухе (ГТК = 0,49). В это время в зависимости от срока сева растения недополучили от 66 до 72 % осадков от среднелетней нормы.

Для второго года изысканий была также присуща засуха. Особенно это проявилось в первый срок сева (ГТК = 0,4). При втором сроке сева рост и развитие растений протекали при ГТК равным 0,9, что было характерно для слабой степени засухи. Условия при третьем сроке сева кормовых смесей отличались достаточной нормой увлажнения.

В третий год исследований рост и развитие кормовых растений в первые два срока сева протекали при нормальных условиях увлажнения, когда ГТК составил 1,07 и 1,03 соответственно. В эти периоды количество выпавших осадков (121 мм) и температурный режим (среднесуточная температура воздуха 18,0 °С) были близки к многолетней норме. Вегетация и формирование урожая трав в третий срок сева проходили при слабой степени засухи (ГТК = 0,8).

В целом погодные условия оказали значительное влияние на продолжительность вегетационного периода как предшествующей культуры (озимая рожь), так и кормовых растений. В первые два засушливых года сроки уборки предшественника на зеленую массу наступили на 3-4 дня быстрее, чем в более увлажненный третий год исследований. Соответственно этим отличались по годам и сроки посева кормовых культур, от чего зависела продолжительность их вегетации, которая при уборке кормосмесей на зеленую массу составила: при первом сроке сева – от 63 до 85 дней, втором – от 63 до 76 дней, третьем – от 56 до 62 дней.

Важными также являются полученные данные по продуктивности предшествующей культуры, убранной в разные сроки развития. Так, в среднем за годы исследований урожайность озимой ржи, скошенной перед первым сроком посева кормосмесей, составила 15,3 т/га зеленой массы, 2,98 т/га сухого вещества и 2,87 т/га кормовых единиц, перед вторым сроком посева – 18,6 т/га зеленой массы, 3,87 т/га сухого вещества и 3,35 т/га кормовых единиц, перед третьим сроком – 3,8 т/га, 3,27 и 4,58 т/га соответственно.

¹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

²Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. М., 1989. 195 с.

³Анащенко А. В. Методические указания по изучению технических и масличных культур. Л.: ВАСХНИЛ, ВИЗР, 1976. 39 с.

⁴Доспехов Б. А. Указ. соч.

⁵Полунин Г. А., Гарист А. В., Князева Р. И. Методические рекомендации по определению экономического эффекта от использования результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в агропромышленном комплексе. М.: АНО «НИЦПО», 2007. 32 с.

Наибольшая урожайность ржи во все сроки уборки наблюдалась в более благоприятный 2020 г. и составила 16,7-18,8 т/га зеленой массы и 4,5 т/га зерна. Следовательно, возделывание озимой ржи для получения ранних зеленых кормов в условиях Республики Мордовия дает возможность дополнительно получать с 1 га посевной площади 2,87-3,35 т кормовых единиц, что является существенным вкладом в укрепление кормовой базы животноводства региона.

Фенологические наблюдения за кормовыми растениями показали, что сроки сева и применение минеральных удобрений не оказало достоверного влияния на полевую всхожесть, которая находилась в пределах 76-83 %. Стоит отметить, что в зависимости от срока сева смесей самые быстрые всходы (через 8-10 дней) появились в 2020 г., когда наблюдались более увлажненные условия, а самые поздние (через 15-24 дня) – в наиболее засушливый 2018 г. Другие периоды развития

кормовых растений по срокам сева различались между собой на 2-3 дня.

Дальнейшее наблюдение за развитием растений выявило некоторое выпадение растений в результате слабого развития поздно появившихся всходов и угнетения их основной массой и неблагоприятными погодными условиями, особенно 2018 г. В целом в зависимости от срока сева выживаемость растений в 2018 г. составила 44-85 %, в 2019 г. – 8-90 % и в 2020 г. – 80-92 %, причем наименьшей во все годы она была при втором сроке посева. Наиболее существенно в смесях выпадали крестоцветные растения. Суданская трава во всех вариантах опыта оказалась наиболее устойчивой к засушливым условиям.

Изучение роста растений показало, что высота растений в кормовых смесях во многом зависела от вида, сроков сева и внесения минеральных удобрений и изменялась в интервале от 16 до 116 см (табл. 1).

Таблица 1 – Высота растений кормовых смесей перед уборкой на зеленую массу в зависимости от срока сева и внесенных доз минеральных удобрений, см (среднее за 2018-2020 гг.) /

Table 1 – Height of plants of feed mixtures before harvesting for the green mass, depending on the sowing time and mineral fertilizers, cm (average for 2018-2020)

Удобрение (С) / Fertilizer (C)	Кормовая смесь (А) / Feed mixture (A)	Срок сева (В) / Sowing time (B)		
		1-й / first	2-й / second	3-й / third
Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	Викоовес / Vetch-oat mixture	64/60	56/53	18/16
	Суданская трава + горчица белая / Sudan grass + white mustard	110/62	89/57	48/27
	Суданская трава + редька масличная / Sudan grass + oilseed radish	112/60	91/57	47/26
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	Викоовес / Vetch-oat mixture	66/62	58/56	19/17
	Суданская трава + горчица белая / Sudan grass + white mustard	113/65	90/58	51/29
	Суданская трава + редька масличная / Sudan grass + oilseed radish	115/66	92/60	51/28
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	Викоовес / Vetch-oat mixture	66/64	59/57	19/18
	Суданская трава + горчица белая / Sudan grass + white mustard	115/66	93/59	54/29
	Суданская трава + редька масличная / Sudan grass + oilseed radish	116/67	93/60	55/29
НСР ₀₅ / LSD ₀₅		Частных различий 2,5; Фактор А 2,3; Фактор В 1,9; Фактор С 1,2 / Partial differences 2.5; Factor A 2.3; Factor B 1.9; Factor C 1.2		

Примечание: в числителе – высота злаковой культуры, в знаменателе – вики или крестоцветной культуры /
 Notes: in the numerator, the height of the cereal crop, in the denominator – vetch and cruciferous crop

Анализ данных свидетельствует, что наибольшую высоту растения в кормосмесях имели в первый срок посева с внесением минеральных удобрений в дозе N₁₆P₁₆K₁₆ + N₆₀. В контроле данный показатель был наименьшим. Минимальная высота у растений наблюдалась при третьем сроке посева. Среди куль-

тур наибольший рост был отмечен у суданской травы в первый срок посева, наименьший – у викоовсяной смеси при третьем сроке посева. В вариантах с удобрениями преимущество по высоте растений имел вариант N₁₆P₁₆K₁₆ + N₆₀. Без применения удобрений (контроль) наблюдались наименьшие показатели.

Условия погоды также оказали существенное влияние на высоту растений. Максимальным данный показатель (19-140 см) отмечен в третий год исследований, при этом внесение удобрений достоверно оказало наибольшее влияние. В засушливый 2018 г. действие удобрений практически не проявлялось, наблюдалась лишь тенденция к увеличению роста кормосмесей.

Как показали исследования, изучаемые сроки сева и дозы минеральных удобрений оказали неоднозначное влияние на продуктивность изучаемых кормовых смесей. В среднем по опыту наибольшая урожайность зеленой массы получена у смеси суданской травы с редькой масличной на фоне применения удобрения в дозе $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{60}$ при первом сроке посева (табл. 2).

Таблица 2 – Продуктивность однолетних травосмесей в зависимости от срока сева и внесенных доз минеральных удобрений, т/га (среднее за 2018-2020 гг.) /

Table 2 – Productivity of annual grass mixtures depending on the sowing time and mineral fertilizers, t/ha (average for 2018-2020)

Удобрение (C) / Fertilizer (C)	Кормовая смесь (A) / Feed mixture (A)	Срок сева (B) / Sowing time (B)								
		1-й / first			2-й / second			3-й / third		
		урожайность з. м. / green mass yield	сухое вещество / dry matter	корм. ед. / feed units	урожайность з. м. / green mass yield	сухое вещество / dry matter	корм. ед. / feed units	урожайность з. м. / green mass yield	сухое вещество / dry matter	корм. ед. / feed units
Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	Викоовес / Vetch-oat mixture	6,8	1,68	0,95	5,3	1,06	0,74	3,9	0,74	0,54
	Суданская трава + горчица белая / Sudan grass + white mustard	10,2	2,23	1,73	7,3	1,54	1,22	6,7	1,01	1,10
	Суданская трава + редька масличная / Sudan grass + oilseed radish	11,0	2,39	1,76	7,7	1,55	1,27	7,0	1,06	1,19
$N_{16}P_{16}K_{16} + N_{30}$	Викоовес / Vetch-oat mixture	7,6	1,85	1,06	5,7	1,13	0,80	4,3	0,70	0,60
	Суданская трава + горчица белая / Sudan grass + white mustard	11,1	2,59	1,88	8,3	1,59	1,36	7,5	1,17	1,26
	Суданская трава + редька масличная / Sudan grass + oilseed radish	11,8	2,72	1,89	8,7	1,65	1,45	7,8	1,21	1,29
$N_{16}P_{16}K_{16} + N_{60}$	Викоовес / Vetch-oat mixture	8,6	2,14	1,20	5,9	1,19	0,83	4,6	0,79	0,64
	Суданская трава + горчица белая / Sudan grass + white mustard	13,8	2,92	2,31	9,0	1,89	1,48	8,4	1,29	1,38
	Суданская трава + редька масличная / Sudan grass + oilseed radish	14,0	3,06	2,32	9,4	1,91	1,58	8,7	1,33	1,43

НСР₀₅ / LSD₀₅ урожайность з. м. / green mass yield: частных различий 1,4 / partial differences 1.4; фактор А 0,7 / factor A 0.7; фактор В 0,5 / factor B 0.5; фактор С 0,5 / factor C 0.5; сухое вещество / dry matter: частных различий 0,32 / partial differences 0.32; фактор А 0,17 / factor A 0.17; фактор В 0,13 / factor B 0.13; фактор С 0,13 / factor C 0.13

Во всех смесях наибольшая урожайность растений отмечена при первом сроке посева. При других сроках сева она была на 22-43 % ниже. Среди смесей по всем срокам сева самой большой продуктивностью отличалась смесь суданской травы и редьки масличной. По викоовсяной смеси урожай-

ность зеленой массы получена на 32-45 %, а по суданской траве с горчицей белой на 2-7 % ниже. По удобрениям наилучший эффект по всем изучаемым смесям и срокам сева наблюдался при внесении под предпосевную обработку почвы $N_{16}P_{16}K_{16}$ и подкормки в дозе N_{60} , наименьшие показатели отмечены в контроле.

По сбору сухого вещества и кормовых единиц наблюдалась аналогичная ситуация.

Погодные условия вегетации в годы проведения исследований также влияли на урожайность однолетних смесей. Наибольшее значение данного показателя было достигнуто в третий год исследований, в котором получили

максимальный эффект от внесения удобрений.

По качеству зеленой массы варианты также различались. Установлено, что химический состав смесей в большей степени зависел от вида растений, входящих в их структуру, и в меньшей – от срока сева и применения минеральных удобрений (табл. 3).

Таблица 3 – Химический состав кормовых смесей перед уборкой на зеленую массу, % на абсолютно сухое вещество (среднее за 2018-2020 гг.) /

Table 3 – Chemical composition of feed mixtures before harvesting for green mass, % for absolutely dry matter (average for 2018-2020)

Удобрение (C) / Fertilizer (C)	Кормовая смесь (A)* / Feed mixture (A)	Протеин / Protein	Жир / Fat	Клетчатка / Fiber	БЭВ / Nitrogen-free extractive substances
1-й срок сева (B) / First sowing time					
Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	1	12,81	2,47	28,04	44,36
	2	13,82	3,68	26,47	45,38
	3	14,51	3,78	24,78	46,80
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	1	12,72	2,50	28,47	44,82
	2	13,89	3,71	26,41	44,17
	3	14,21	3,88	24,42	46,89
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	1	13,07	2,70	28,23	44,18
	2	14,28	3,68	26,17	44,58
	3	14,33	3,72	24,32	46,72
2-й срок сева / Second sowing time					
Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	1	12,78	2,52	28,11	43,38
	2	15,10	3,86	25,92	43,40
	3	15,13	4,09	23,31	46,78
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	1	12,78	2,57	28,72	38,71
	2	15,17	3,89	25,93	43,30
	3	15,21	3,98	24,17	47,17
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	1	13,11	2,61	28,67	39,81
	2	15,28	3,78	25,83	43,40
	3	15,17	4,02	24,11	46,78
3-й срок сева / Third sowing time					
Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	1	12,79	2,38	27,58	46,11
	2	15,68	3,84	23,18	48,31
	3	17,36	4,02	22,78	48,06
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	1	13,09	2,42	26,14	47,19
	2	15,73	3,78	23,11	48,39
	3	17,02	4,11	21,65	49,17
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	1	13,11	2,56	26,11	47,21
	2	15,79	3,98	22,78	48,30
	3	17,29	4,03	21,38	48,19

* здесь и далее: 1 – викоовес; 2 – суданская трава + горчица белая; 3 – суданская трава и редька масличная /

* here and further: 1 – vetch-oat mixture; 2 – Sudan grass + white mustard; 3 – Sudan grass + oilseed radish

Данные таблицы 3 свидетельствуют, что по содержанию протеина смеси суданской травы с горчицей белой и редькой масличной в зависимости от срока сева и внесения удобрений превосходили викоовсяную смесь на 7-26 %. По срокам посева

наблюдалась тенденция к увеличению данного показателя при третьем сроке. Внесение минеральных удобрений не оказало существенного влияния на содержание сырого протеина. По жиру выявлена аналогичная закономерность.

По содержанию клетчатки установлено, что в смесях суданской травы с крестоцветными культурами она уменьшалась от первого срока сева к последнему. По викоовсяной смеси наибольшее ее количество (28,11-28,72 %) наблюдалось при втором сроке сева. Внесение удобрений уменьшало содержание клетчатки в виде тенденции. Содержание БЭВ в зеленой

массе кормосмесей наибольшим было при третьем сроке посева.

Расчет экономической эффективности свидетельствует (табл. 4), что возделывание однолетних кормосмесей после уборки озимой ржи на зеленый корм без внесения минеральных удобрений наиболее рентабельно (29-208 %).

Таблица 4 – Экономическая эффективность возделывания однолетних травосмесей в зависимости от срока сева и внесенных доз минеральных удобрений (среднее за 2018-2020 гг.) /

Table 4 – Economic efficiency of cultivation of annual grass mixtures depending on the sowing time and the use of fertilizers (average for 2018-2020)

Удобрение (C) / Fertilizer (C)	Кормовая смесь (A) / Feed mixture (A)	Сбор корм. ед., т/га / Feed unit yield, t/ha	Стоимость валового сбора, руб/га / The cost of the gross col- lection, rub/ha	Себестоимость 1 т корм. ед., руб. / Cost price 1 t of feed unit, rub	Условно чистый доход, руб/га / net income, rub/ha	Рентабель- ность, % / Profitability, %
1-й срок сева (B) / First sowing time						
Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	1	0,95	11400	7218	4542	66
	2	1,73	20760	3964	13902	202
	3	1,76	21120	3896	14268	208
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	1	1,06	12720	9960	2168	20
	2	1,88	22560	5615	12002	113
	3	1,89	22680	5586	12122	114
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	1	1,20	14400	10048	2342	19
	2	2,31	27720	5219	15662	129
	3	2,32	27840	5219	15782	131
2-й срок сева / Second sowing time						
Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	1	0,74	8880	9267	2022	29
	2	1,22	14640	5621	7782	113
	3	1,27	15240	5400	8382	122
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	1	0,80	9600	13197	-958	-9
	2	1,36	16320	7763	5762	54
	3	1,45	17400	7281	6842	64
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	1	0,83	9960	14527	-2098	-17
	2	1,48	17760	8147	5702	47
	3	1,58	18960	7631	6902	57
3-й срок сева / Third sowing time						
Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	1	0,54	6480	12700	-378	-6
	2	1,10	13200	6234	6342	92
	3	1,19	14280	5763	7422	108
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₃₀	1	0,60	7200	17596	-3358	-32
	2	1,26	15120	8379	4562	43
	3	1,29	15480	8184	4922	47
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + N ₆₀	1	0,64	7680	18840	-4378	-36
	2	1,38	16560	8737	452	37
	3	1,43	17160	8432	5102	42

Познливное возделывание кормовых растений после озимой ржи обеспечивало положительную рентабельность производства только у смесей суданской травы с крестоцветными культурами. Оттягивание сроков сева приводило к снижению данного показателя по всем изучаемым культурам. Возделывание викоовса, начиная со второго срока сева на фоне применения минеральных удобрений, было неэффективным. Следует отметить, что применение минеральных удобрений по всем срокам посева кормовых растений значительно снижало эффективность производства. Этот факт является свидетельством того, что кормовые растения в короткий период вегетации, особенно при возделывании в познливный срок, не успевают в полном объеме использовать удобрения для своего роста и развития. Поэтому этот вопрос требует дальнейшей всесторонней проработки.

В целом по опыту наибольшую рентабельность производства (202-208 %) обеспечили посевы суданской травы с редькой масличной и горчицей белой в первый срок посева на неудобренном фоне, наименьшую (-32...-36 %) – смесь вики с овсом при третьем сроке сева на двух фонах применения минеральных удобрений.

Выводы. Для увеличения сбора высококачественного корма в летне-осенний период в условиях Поволжья, в частности Республике Мордовия, после уборки озимой ржи на зелёный корм и зерно возможно возделывание кормовых однолетних травосмесей: вика + овес, суданская трава + горчица белая, суданская трава + редька масличная. Наибольшая урожайность зеленой массы (6,8-14,0 т/га) у этих культур достигается при раннем поукосном сроке посева, после уборки предшествующей культуры в конце второй-начале третьей декады мая. Познливное возделывание кормосмесей снижает их урожайность. Применение минеральных удобрений при выращивании кормосмесей приводит к достоверному росту урожайности зеленой массы, однако с экономической точки зрения полученная прибавка урожая не окупает затраты на их приобретение и внесение. Среди кормовых смесей наибольшую урожайность (11,0-14,0 т/га) при всех сроках сева формировала суданская трава с редькой масличной. Зеленая масса этой травосмеси была лучшей по качеству с наибольшим содержанием протеина (14,21-17,36 %) и жира (3,72-4,11 %), меньшим – клетчатки (21,38-24,32 %).

Список литературы

1. Валитов А. В., Кузнецов И. Ю., Абдулманов Р. И., Абдуллин М. М., Ахияров Б. Г. Поукосные посевы рапса ярового в организации зеленого конвейера. Пермский аграрный вестник. 2018;(2(22)):36-43. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35146103>
2. Лопаткина Е. Д., Ленточкин А. М. Выращивание промежуточных культур как способ улучшения обеспеченности кормами и борьбы с засоренностью полей. Аграрный вестник Урала. 2012;(1(93)):10-12. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17840202>
3. Мельцаев И. Г. Полевое кормопроизводство – залог успешного развития животноводства и повышения плодородия почвы. Аграрный вестник Верхневолжья. 2017;(2):5-9. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29757302>
4. Акманаев Э. Д., Пешина Ю. С. Сравнительная продуктивность севооборота «озимая культура-яровой рапс» в зависимости от вида промежуточного посева и нормы высева ярового рапса. Пермский аграрный вестник. 2014;(4(8)):3-11. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22761094>
5. Акманаев Э. Д., Пешина Ю. С. Влияние нормы высева ярового рапса на продуктивность звена севооборота «озимая культура-яровой рапс» в промежуточных посевах. Аграрный вестник Урала. 2014;(10(128)):6-9. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22467805>
6. Козлова Л. М., Денисова А. В. Промежуточные культуры в полевых севооборотах Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014;(5(42)):33-37. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21949842>
7. Козлова Л. М., Носкова Е. Н., Попов Ф. А. Совершенствование севооборотов для сохранения плодородия почвы и увеличения их продуктивности в условиях биологической интенсификации. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(5):467-477. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.467-477>
8. Ермакова Л. И. Влияние промежуточных сидератов на биологическую активность почвы и оптимизацию минерального питания культур звена полевого севооборота. Владимирский земледелец. 2020;3(93):52-55. DOI: <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2020-10133>
9. Новиков М. Н., Фролова Л. Д. Сидераты как фактор оптимизации использования органических удобрений. Агрохимия. 2015;(4):44-53. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23215052>
10. Wang Z., Jiang H., Shen Yu. Forage production and soil water balance in oat and common vetch sole crops and intercrops cultivated in the summer-autumn fallow season on the Chinese Loess Plateau. European Journal of Agronomy. 2020;115:126042. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126042>
11. López-Bellido L., Wery Ja., López-Bellido R. J. Energy crops: Prospects in the context of sustainable agriculture. European Journal of Agronomy. 2014;60:1-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.07.001>

12. Zhang Q., Bell L. W., Shen Yu., Whish J. P. M. Indices of forage nutritional yield and water use efficiency amongst spring-sown annual forage crops in north-west China. *European Journal of Agronomy*. 2018;93:1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.11.003>
13. Андреева О. Т., Пилипенко Н. Г., Сидорова Л. П., Харченко Н. Ю. Редька масличная в одновидовых и поливидовых посевах с мятликовыми культурами. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2020;50(2):23-31. DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-2-3>
14. Бабаев М. П., Рамазанова Ф. М., Мирзазаде Р. И. Влияние промежуточных посевов на микроагрегатный состав почв сухостепной и полупустынной зон Азербайджана. *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки*. 2018;(2(198)):45-58. DOI: <https://doi.org/10.23683/0321-3005-2018-2-45-58>
15. Артемьев А. А., Гурьянов А. М., Капитанов М. П., Пронин А. А. Оценка агроклиматических условий и предшествующей культуры для возделывания промежуточных культур в лесостепи Поволжья. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2019;(3(369)):9-12. DOI: <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2019-13036>
16. Лошаков В. Г. Экологические и фитосанитарные функции зеленого удобрения. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2018;(5):30-42. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36605372>
17. Артемьев А. А., Гурьянов А. М., Капитанов М. П., Пронин А. А. Экономическая и энергетическая оценка возделывания промежуточных культур в поукосных и пожнивных посевах. *Кормопроизводство*. 2018;(10):11-15. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36301717>

References

1. Valitov A. V., Kuznetsov I. Ju., Abdulmanov R. I., Abdullin M. M., Akhiyarov B. G. *Poukosnye posevy rapsa yarovogo v organizatsii zelenogo konveyera*. [Postcut sowings of spring rape in the organization of the green forage chain]. *Permskiy agrarnyy vestnik = Perm Agrarian Journal*. 2018;(2(22)):36-43. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35146103>
2. Lopatkina E. D., Lentochkin A. M. *Vyrashchivanie promezhutochnykh kul'tur kak sposob uluchsheniya obespechennosti kormami i bor'by s zasorennost'yu poley*. [Cultivation of cover crops as a way to improving feed's availability and control of fields contamination]. *Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2012;(1(93)):10-12. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17840202>
3. Meltsaev I. G. *Polevoe kormoproizvodstvo – zalog uspeshnogo razvitiya zhivotnovodstva i povysheniya plodorodiya pochvy*. [Field fodder production - place successful livestock development and increase of soil fertility]. *Agrarnyy vestnik Verkhnevolzh'ya = Agrarian Journal of Upper Volga Region*. 2017;(2):5-9. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29757302>
4. Akmanaev E. D., Peshina Yu. S. *Sravnitel'naya produktivnost' sevooborota «ozimaya kul'tura-yarovoy raps» v zavisimosti ot vida promezhutochnogo poseva i normy vyseva yarovogo rapsa*. [Productivity of crop rotation links «winter crops - spring rape» according to the intermediate crops and seeding rates of spring rape]. *Permskiy agrarnyy vestnik = Perm Agrarian Journal*. 2014;(4(8)):3-11. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22761094>
5. Akmanaev E. D., Peshina Yu. S. *Vliyanie normy vyseva yarovogo rapsa na produktivnost' zvena sevooborota «ozimaya kul'tura-yarovoy raps» v promezhutochnykh posevakh*. [Influence of seeding rates of spring rape on productivity crop rotation links «winter crops - spring rape» in the intermediate crops]. *Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2014;(10(128)):6-9. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22467805>
6. Kozlova L. M., Denisova A. V. *Promezhutochnye kul'tury v polevykh sevooborotakh Kirovskoy oblasti*. [Catch crops in field crop rotations of Kirov region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2014;(5(42)):33-37. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21949842>
7. Kozlova L. M., Noskova E. N., Popov F. A. *Sovershenstvovanie sevooborotov dlya sokhraneniya plodorodiya pochvy i uvelicheniya ikh produktivnosti v usloviyakh biologicheskoy intensivifikatsii*. [Improvement of crop rotations aimed at increasing their efficiency and conserving soil fertility in conditions of biological intensification]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2019;20(5):467-477. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.467-477>
8. Ermakova L. I. *Vliyanie promezhutochnykh sideratov na biologicheskuyu aktivnost' pochvy i optimizatsiyu mineral'nogo pitaniya kul'tur zvena polevogo sevooborota*. [Impact of betweencrop on soil biological activity and optimization of mineral nutrition of crop rotation units]. *Vladimirskiy zemledelets = Vladimir agricolist*. 2020;3(93):52-55. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2020-10133>
9. Novikov M. N., Frolova L. D. *Sideraty kak faktor optimizatsii ispol'zovaniya organicheskikh udobreniy*. [Green manure as the factor of optimization of organic fertilization]. *Agrokhimiya*. 2015;(4):44-53. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23215052>
10. Wang Z., Jiang H., Shen Yu. Forage production and soil water balance in oat and common vetch sole crops and intercrops cultivated in the summer-autumn fallow season on the Chinese Loess Plateau. *European Journal of Agronomy*. 2020;115:126042. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126042>
11. López-Bellido L., Wery Ja., López-Bellido R. J. Energy crops: Prospects in the context of sustainable agriculture. *European Journal of Agronomy*. 2014;60:1-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.07.001>
12. Zhang Q., Bell L. W., Shen Yu., Whish J. P. M. Indices of forage nutritional yield and water use efficiency amongst spring-sown annual forage crops in north-west China. *European Journal of Agronomy*. 2018;93:1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.11.003>
13. Andreeva O. T., Pilipenko N. G., Sidorova L. P., Kharchenko N. Yu. *Red'ka maslichnaya v odnovidovykh i polividovykh posevakh s myatlikovymi kul'turami*. [Oilseed radish in single- and multi-crop sowings with poaceous crops].

Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki = Siberian Herald of Agricultural Science. 2020;50(2):23-31. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-2-3>

14. Babaev M. P., Ramazanova F. M., Mirzazade R. I. *Vliyanie promezhutochnykh posevov na mikroagregatnyy sostav pochv sukhostepnoy i polupustynnoy zon Azerbaydzhan.* [The influence of the intermediate sowings on microagregate composition soils in the dry steppe and semi-desert zone of Azerbaijan]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Estestvennye nauki* = Bulletin of Higher Education Institutes North Caucasus Region. Natural Sciences. 2018;(2(198)):45-58. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.23683/0321-3005-2018-2-45-58>

15. Artemyev A. A., Guryanov A. M., Kapitanov M. P., Pronin A. A. *Otsenka agroklimaticheskikh usloviy i pred-shestvuyushchey kul'tury dlya vozdel'yvaniya promezhutochnykh kul'tur v lesostepi Povolzh'ya.* [Assessment of agro-climatic conditions and previous culture for cultivation of intermediate crops in the forest-steppe of the Volga region]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* = International Agricultural Journal. 2019;(3(369)):9-12. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2019-13036>

16. Loshakov V. G. *Ekologicheskie i fitosanitarnye funktsii zelenogo udobreniya.* [Ecological and phyto-sanitary functions of green manure]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2018;(5):30-42. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36605372>

17. Artemyev A. A., Guryanov A. M., Kapitanov M. P., Pronin A. A. *Ekonomicheskaya i energeticheskaya otsenka vozdel'yvaniya promezhutochnykh kul'tur v poukoinnykh i pozhnykh posevakh.* [Economic and energy assessment of postcut and postharvest crops]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2018;(10):11-15. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36301717>

Сведения об авторах

✉ **Артемяев Андрей Александрович**, доктор с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, зам. директора по научной работе, Мордовский НИИ сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Мичурина, д. 5, р. п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8759-8070>, e-mail: artemjevaa@yandex.ru

Гурьянов Александр Михайлович, доктор с.-х. наук, профессор, директор, Мордовский НИИ сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Мичурина, д. 5, р. п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2642-1498>

Капитанов Михаил Павлович, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией кормопроизводства, Мордовский НИИ сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Мичурина, д. 5, р. п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru

Пронин Алексей Александрович, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, Мордовский НИИ сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Мичурина, д. 5, р. п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru

Information about the authors

✉ **Andrey A. Artemjev**, DSc in Agricultural Science, associate professor, leading researcher, Deputy Director for Research, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Michurin street, 5, work settlement Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8759-8070>, e-mail: artemjevaa@yandex.ru

Alexander M. Guryanov, DSc in Agricultural Science, professor, director, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Michurin street, 5, work settlement Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2642-1498>

Michael P. Kapitanov, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Head of the Laboratory of Fodder Production, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Michurin street, 5, work settlement Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru

Alexey A. Pronin, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Michurin street, 5, work settlement Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author