

Научная статья
 УДК 631.559:633.255[631.86+631.5]
 doi:10.35694/YARCX.2025.72.4.001

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И БИОПРЕПАРАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЁНОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ

**Анастасия Андреевна Дубинина¹, Александр Викторович Тихонов²,
 Анастасия Андреевна Лобанова³, Татьяна Павловна Сабирова⁴**

^{1, 2, 3, 4}Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», Михайловский, Россия

¹atrushenko@bk.ru, ORCID 0009-0005-1855-1438

²Sandrokes@live.ru, ORCID 0000-0002-6857-484X

³anastasia.smolyonova@yandex.ru, ORCID 0000-0002-5352-0507

⁴t.sabirova@yarcx.ru, ORCID 0000-0001-6452-4864

Реферат. Представлены данные о качестве растительного сырья кукурузы, выращиваемой на зелёную массу по трём различным технологиям с использованием биологического препарата в кормовом севообороте в 2023–2024 гг. Изучаемые технологии включали: экстенсивную (без применения удобрений и средств химической защиты), биологизированную (ячменная солома и 60 т/га навоза под зяблевую вспашку, весной $N_{50}P_{50}K_{60}$, внесение извести) и интенсивную (ячменная солома и 60 т/га навоза под зяблевую вспашку, весной $N_{100}P_{100}K_{120}$, внесение извести). При выращивании кукурузы с использованием бактериального препарата урожайность с гектара в течение двух лет варьировала в зависимости от технологии возделывания. Так, при интенсивной технологии урожайность изменялась от 39,3 до 49,9 т/га, при биологизированной технологии – от 40,4 до 47,9 т/га, а при экстенсивной технологии – от 36,5 до 42,7 т/га. На экстенсивной технологии положительное влияние биопрепарата проявлялось каждый год, тогда как на технологиях с применением органоминеральных удобрений их воздействие зависело от климатических условий года. Наблюдается также изменение по годам показателей качества растительного сырья при использовании бактериального препарата по различным технологиям. Так, по экстенсивной технологии содержание сырого протеина в кукурузе на зелёную массу варьировало от 5,03 до 5,99%, а по интенсивной – от 7,24 до 9,28%, а содержание крахмала возрастало от 19,70 до 34,95% по экстенсивной технологии, от 25,64 до 33,2% – по биологизированной технологии. При сборе сухого вещества, кормовых единиц и сырого протеина наблюдается тенденция к увеличению их среднего значения при переходе от экстенсивной к интенсивной технологии.

Ключевые слова: кукуруза, обменная энергия, зелёная масса, качество, продуктивность, биопрепараты, урожайность

THE INFLUENCE OF VARIOUS CULTIVATION TECHNOLOGIES AND BIOPREPARATIONS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF CORN GREEN MASS

**Anastasiya A. Dubinina¹, Aleksandr V. Tikhonov², Anastasiya A. Lobanova³,
 Tatyana P. Sabirova⁴**

^{1, 2, 3, 4}Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production – Federal State Budget Scientific Institution "Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology", Mikhaylovskiy, Russia

¹atrushenko@bk.ru, ORCID 0009-0005-1855-1438

²Sandrokes@live.ru, ORCID 0000-0002-6857-484X

³anastasia.smolyonova@yandex.ru, ORCID 0000-0002-5352-0507

⁴t.sabirova@yarcx.ru, ORCID 0000-0001-6452-4864

Abstract. Data on the quality of plant raw materials of corn grown on green mass using three different technologies with a biological product in fodder crop rotation in 2023–2024 are presented. The technologies under study included extensive (without the use of fertilizers and chemical protection means), biologized (barley straw and 60 t/ha of manure for underwinter ploughing, $N_{50}P_{50}K_{60}$ in spring, lime application) and intensive (barley straw and 60 t/ha of manure for underwinter ploughing, $N_{100}P_{100}K_{120}$ in spring, lime application). When growing corn using a bacterial preparation, the yield per hectare for two years varied depending on the cultivation technology. So, with intensive technology the yield varied from 39.3 to 49.9 t/ha, with biologized technology – from 40.4 to 47.9 t/ha, and with extensive technology – from 36.5 to 42.7 t/ha. With extensive technology the positive impact of the biological product was manifested every year, while on technologies using organic-mineral fertilizers, their impact depended on the climatic conditions of the year. There was also a change in the quality of plant raw materials by years when using a bacterial preparation by various technologies. So, according to extensive technology, the crude protein content in corn per green mass varied from 5.03 to 5.99%,

and according to intense - from 7.24 to 9.28%, and the starch content increased from 19.70 to 34.95% according to extensive technology, from 25.64 to 33.2% – according to biologized technology. When collecting dry matter, feed units and raw protein, there was a tendency to increase their average value when switching from extensive to intensive technology.

Keywords: corn, exchange energy, green mass, quality, productivity, biological products, yield

Финансирование: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания FGGW-2025-0004 Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

Введение. В современных условиях развития сельскохозяйственной отрасли фундаментальными задачами агрономической науки выступают формирование устойчивой кормовой базы и комплексное повышение почвенного плодородия. Кормопроизводство как стратегическое направление сельскохозяйственной науки направлено на обеспечение животноводства качественными кормами в необходимом объёме. Создание прочной кормовой базы предполагает внедрение инновационных технологий возделывания кормовых культур [1]. В современных условиях развития сельского хозяйства особую роль играет расширение кормовой базы для животноводства. Одним из наиболее эффективных способов решения этой задачи является выращивание кукурузы на силос [2]. Кукуруза – очень продуктивное растение, которое за короткий срок производит больше органической массы, чем другие культурные растения. Широкое выращивание кукурузы на силос позволило развивать эффективное скотоводство. У этой кормовой культуры высокая концентрация энергии и переваримость [3].

В настоящее время одной из актуальных тем является увеличение применения биологических препаратов в сельскохозяйственном производстве по сравнению с традиционными химическими средствами [4]. Исследователи отмечают увеличение роста растений в опытах с биопрепаратами [5]. Применение биопрепаратов положительно сказалось на питательной ценности растений. В сухом веществе кукурузы содержание сырого протеина увеличилось на 1,16–1,42 процента. Это означает, что биопрепараты не только стимулируют рост растений, но и улучшают их качество, делая их более питательными [6]. Экспериментальные данные показали, что при правильном возделывании этой культуры можно достичь высоких показателей урожайности зелёной массы. В ходе опытов урожайность зелёной массы кукурузы была до 64,76 т/га [7]. Инновационные решения в области применения биопрепаратов представляют собой перспективное направление развития современного агропромышленного комплекса, способствующее достижению стратегических целей в сфере продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства [6; 8]. Устанавливаются определённые требования для применения биопрепаратов при возделывании культур. Они касаются содержания ключевых питательных компонентов, таких как сырой протеин, сырая клетчатка, сырой жир и сырая зола. Эти компоненты играют важную роль в обеспечении питательной ценности корма для животных [8]. Поэтому целью нашего исследования было оценить качество зелёной массы кукурузы при возделывании по различным технологиям с применением биопрепаратов.

Материалы и методы. Исследования проводились на опытном поле Ярославского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая с содержанием гумуса 1,87%, pH – 5,8, K_2O – 128 мг/кг почвы, P_2O_5 – 278 мг/кг почвы.

Семипольный севооборот включает следующий набор культур: кукурузу на силос, однолетние травы (вико-овсяная смесь) с подсевом многолетних трав; 3 года многолетние травы (люцерна изменчивая + тимофеевка луговая + овсяница луговая); зерновые культуры на зелёную массу + поукосно капустные на сидерат; ячмень на зерно.

Схема опыта включала следующие технологии:

1. Экстенсивная технология (ЭТ) – без удобрений и без пестицидов;

2. Биологизированная технология (БТ) – ячменная солома и 60 т/га навоза под зяблевую вспашку, весной $N_{50}P_{50}K_{60}$, внесение извести;

3. Интенсивная технология (ИТ) – ячменная солома и 60 т/га навоза под зяблевую вспашку, весной $N_{100}P_{100}K_{120}$, внесение извести.

Перед посевом проводили инокуляцию семян биопрепаратом по схеме:

Б1 – без обработки биопрепаратом;

Б2 – обработка биопрепаратом (Флавобактерин).

Учёт урожая – сплошной поделаноочный.

Уборка кукурузы осуществлялась в фазу молочно-восковой спелости [9].

Внесение удобрений и обработка почвы проводились согласно технологиям возделывания. Минеральные удобрения вносились под предпосевную культивацию. Форма внесения минеральных удобрений: сложные удобрения – азофоска (NPK – 16:16:16%). Органические удобрения вносились под вспашку.

Оценка значимости действия изучаемых факторов проводилась по критерию Фишера, позволяющему установить наличие или отсутствие существенных различий между выборочными средними. Оценка существенности частных различий проводилась при помощи НСР (наименьшая существенная разность) для 5%-ного уровня значимости [10].

Анализ качества растительного сырья проводился в специализированной химико-аналитической лаборатории Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Все анализы выполнялись согласно установленным стандартам и общепринятым методикам исследования (ГОСТ 31640-2012; 32044.1-2012, 2014; 31675-2012, 2014; 13496.15-97, 2011; ГОСТ 26570-95, 2003; ГОСТ 26657-97, 2002; ГОСТ 26226-95, 2003) [11–17].

Таблица 1 – Продуктивность зелёной массы кукурузы по технологиям возделывания, 2023–2024 гг.

Технология	Биопрепарат	Урожайность, т/га	Сбор с 1 га			
			СВ, т	ОЭ, ГДж	тыс. к. ед.	сырой протеин, т
2023 г.						
Экстенсивная	Б1	22,7	7,1	80,4	7,4	0,4
	Б2	36,5	12,7	149,4	14,2	0,6
Биологизированная	Б1	31,5	9,9	115,7	11,0	0,6
	Б2	40,4	14,3	177,0	17,8	1,0
Интенсивная	Б1	37,7	9,7	101,8	8,7	0,7
	Б2	39,3	11,0	140,5	14,5	1,0
НСП ₀₅ А	х	2,4	0,5	6,1	0,6	0,02
НСП ₀₅ В	х	1,8	0,5	6,0	0,6	0,03
2024 г.						
Экстенсивная	Б1	36,8	10,3	110,2	9,6	0,58
	Б2	42,7	16,0	191,7	18,7	1,96
Биологизированная	Б1	51,3	18,1	218,2	21,2	1,11
	Б2	47,9	20,0	246,7	24,6	1,39
Интенсивная	Б1	53,1	18,7	216,2	20,2	1,32
	Б2	49,9	21,0	260,2	26,2	1,52
НСП ₀₅ А	х	2,9	1,2	13,5	1,3	0,07
НСП ₀₅ В	х	Фф < F05	1,7	20,6	2,0	0,11

Результаты и обсуждение. В период вегетации для кукурузы оптимальная среднесуточная температура составляет 25–30°C [18]. Температуры выше 40°C губительно действуют на пыльцу. При температуре ниже +12°C процессы роста и развития практически останавливаются [3]. Более высокие температуры могут привести к перегреву растений и снижению урожайности, а более низкие – к замедлению роста и развития. Хотя кукуруза предъявляет высокие требования к температуре, её потребность к влаге невелика [18]. Для получе-

ния хорошего урожая кукурузе требуется достаточное количество осадков, в идеале – 400–600 мм за вегетационный период. Однако распределение осадков по месяцам играет важнейшую роль. Неравномерные осадки (сильные засухи или избыток влаги) могут значительно снизить урожайность [19].

Агрометеорологические условия в 2023 году были более холодными по температурному режиму. Температурные условия летом были ниже многолетних значений, кроме августа. Температурный режим летом

Таблица 2 – Качество растительного сырья кукурузы на силосование по технологиям возделывания за 2023–2024 гг.

Технология	Биопрепарат	Содержание питательных веществ в сухом веществе, %					
		СП	СК	СЖ	БЭВ	сахар	крахмал
2023 г.							
Экстенсивная	Б1	5,51	20,38	1,66	67,44	11,79	15,68
	Б2	5,03	17,91	2,61	70,91	10,18	19,70
Биологизированная	Б1	6,36	18,28	2,59	68,23	15,94	17,59
	Б2	6,93	14,37	2,30	72,70	8,65	25,64
Интенсивная	Б1	7,54	24,93	0,96	62,43	28,64	3,68
	Б2	9,28	12,56	3,03	71,18	12,71	17,33
2024 г.							
Экстенсивная	Б1	5,35	23,61	2,37	65,25	7,23	18,52
	Б2	5,99	16,63	3,16	70,63	6,65	34,95
Биологизированная	Б1	6,15	16,42	2,75	70,55	7,47	19,95
	Б2	6,93	14,79	4,27	70,29	8,78	33,24
Интенсивная	Б1	7,06	19,18	3,44	65,31	8,31	30,88
	Б2	7,24	14,37	4,60	69,82	8,82	30,30

в 2024 году был выше среднесезонных значений. По количеству осадков вегетационный период 2024 года был самым переувлажнённым [20].

Таким образом, метеорологические условия за период исследований 2023–2024 гг. позволили изучить эффективность технологий и биопрепаратов для кукурузы на зелёную массу.

В 2023 году максимальная урожайность зелёной массы кукурузы была получена по интенсивной технологии без применения биопрепарата (37,37 т/га), что превышало данный показатель по экстенсивной технологии на 15 т/га, или на 66,1%.

По биологизированной технологии урожайность зелёной массы кукурузы достоверно выше, чем по экстенсивной без обработки биопрепаратом, на 8,8 т/га, или на 38,7%.

Применение биопрепарата приводило к увеличению урожайности по экстенсивной технологии на 60,8%, по биологизированной – на 28,2%, по интенсивной – на 4,2%.

Наибольшая урожайность зелёной массы кукурузы (40,4 т/га) получена при возделывании по биологизированной технологии с обработкой биопрепаратом Флавобактерин (табл. 1).

В более благоприятном по погодным условиям в 2024 году наивысшее значение урожайности зелёной массы кукурузы составило 49,9 т/га по интенсивной технологии с применением биопрепарата, что выше урожайности, полученной в 2023 году по интенсивной технологии с обработкой биопрепаратом, на 10,6 т/га, или на 27%. В 2024 году максимальный показатель урожайности зелёной массы кукурузы получен при возделывании по интенсивной технологии без инокуляции семян биопрепаратом – 53,1 т/га, что выше урожайности по экстенсивной технологии на 16,3 т/га (44,3%). Возделывание кукурузы по биологизированной технологии превышало на 14,5 т/га (39,4%) урожайность по

экстенсивной технологии без применения биопрепарата. Применение биопрепарата приводило к увеличению урожайности по экстенсивной технологии лишь на 16,0%, а по биологизированной и интенсивной, наоборот, к уменьшению на 11,2 и 6,4% соответственно.

По сбору с гектара сухого вещества, обменной энергии, кормовых единиц и сырого протеина прослеживается такая же тенденция по годам исследования.

Качество зелёной массы кукурузы является критически важным параметром при производстве высококлассного силоса. Содержание веществ определяет кормовую ценность и питательную эффективность конечного продукта. Экспериментальные данные показывают влияние различных технологий и биопрепаратов на качество зелёной массы кукурузы.

Обработка бактериальным препаратом в 2023 году привела к увеличению содержания сырого протеина (СП) до 9,28% и сырого жира до 3,03% на интенсивной технологии, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) до 72,7% и крахмала до 25,64% – на биологизированной технологии. В 2024 году обработка биопрепаратом приводила также к росту сырого протеина (до 7,24%), сырого жира (до 4,60%) и сахара (до 8,82%) на интенсивной технологии, БЭВ (до 70,63%) и крахмала (до 34,95%) – на экстенсивной технологии. Содержание БЭВ в обработанных образцах выше на 3–5%, что говорит о лучшем накоплении углеводов. Наиболее существенные изменения наблюдаются в содержании крахмала: в обработанных бактериями образцах содержание крахмала значительно выше (до 34,95%), а содержание сахара было на уровне 8,82%, что может свидетельствовать о более активном процессе синтеза крахмала из сахаров.

В таблице 3 представлены содержание сухого вещества и общей влаги в зелёной массе кукурузы, полученные в ходе проведения исследований в 2023–2024 гг.

Так, наилучшие показатели содержания сухого вещества в кукурузе на зелёную массу в 2023 году наблю-

Таблица 3 – Сухое вещество кукурузы на зелёную массу в зависимости от технологии возделывания и биопрепарата

Технология	Биопрепарат	Сухое вещество, %	Общая влага, %
2023 г.			
Экстенсивная	Б1	31,31	68,69
	Б2	34,80	65,20
Биологизированная	Б1	31,32	68,68
	Б2	35,31	64,69
Интенсивная	Б1	25,72	74,28
	Б2	28,07	71,93
2024 г.			
Экстенсивная	Б1	27,90	72,10
	Б2	37,38	62,62
Биологизированная	Б1	35,33	64,67
	Б2	41,78	58,22
Интенсивная	Б1	35,27	64,73
	Б2	41,99	58,01

даются на биологизированной технологии с обработкой бактериями – 35,31% при содержании общей влаги 64,69%. Минимальный процент сухого вещества был на интенсивной технологии без обработки бактериями – 25,72% и общей влагой 74,28%. В 2024 году максимальное содержание сухого вещества в возделываемой культуре было на интенсивной технологии с внесением биопрепарата – 41,99% (общая влага – 58,01%), а минимальное – на экстенсивной без внесения биопрепарата (27,90 и 72,10% соответственно). Если сравнивать другие технологии с применением биопрепарата, то там прослеживается такая же тенденция. В 2023 году прирост сухого вещества в зелёной массе кукурузы был на экстенсивной и биологизированной технологиях, на интенсивной технологии наблюдалось снижение сухого вещества. В 2024 году прирост сухого вещества был связан с обработкой биопрепаратом и внесением доз минеральных удобрений.

Выводы. Таким образом, проведённые нами исследования показали, что обработка бактериальным препаратом Флавобактерин семян кукурузы на зелёную массу оказала положительный эффект на всех технологиях возделывания за 2023 и 2024 годы исследования и способствовала получению более высоких показателей качества зелёной массы сельскохозяйственной культуры. Так, содержание сухого вещества в обработанных бактериями образцах в среднем выше на 2–4% в 2023 году и на 6–10% – в 2024 году, в частности на интенсивной технологии с внесением повышенных доз минеральных удобрений. С повышением доз минеральных удобрений и применением биопрепарата достоверно увеличивались урожайность зелёной массы кукурузы, содержание обменной энергии, кормовых единиц и сырого протеина, а также показатели сухого вещества и питательных веществ в сухом веществе кукурузы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Королькова Н. М., Черкашина Н. И., Гусева Е. В. Посевные характеристики сельскохозяйственных культур при использовании инновационных комплексов удобрений // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 5. С. 580–592. DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-05-580-592. EDN DZJPTN.
2. Сабирова Т. П., Сабиров Р. А. Влияние биопрепаратов на продуктивность сельскохозяйственных культур // Вестник АПК Верхневолжья. 2018. № 3 (43). С. 18–22. EDN YMHOLJ.
3. Шпаар Д., Гибельхаузен Х., Гинапп Х. [и др.] Производство грубых кормов : (в 2-х книгах). Т. 1. Торжок : ООО «Вариант», 2002. 360 с. EDN VZSWOJ.
4. Черемисинов М. В., Ренгартен Г. А. Использование биопрепаратов на яровом ячмене для ингибирования грибов рода *Fusarium* // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 5. С. 628–636. DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-05-628-636. EDN SLEILP.
5. Тедеева В. В., Тедеева А. А. Биопрепараты как факторы повышения продуктивности сои // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 7. С. 885–895. DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-06-885-895. EDN GFXOKU.
6. Курсакова В. С., Хижникова Т. Г., Новикова Л. А. Влияние азотфиксирующих бактерий и минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность и продуктивность яровой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 2 (112). С. 023–028. EDN RVMZQN.
7. Скороходов В. Ю. Влияние пролонгированного действия минеральных удобрений в условиях температурного стресса на урожайность кукурузы на силос в степной зоне Южного Урала // Агрохимия. 2024. № 6. С. 59–65. DOI 10.31857/S0002188124060088. EDN CXFEAQ.
8. Попов В. В. Принципы и опыт разработки стандартов качества кормов // Адаптивное кормопроизводство. 2024. № 2. С. 65–73. DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2024-2-65-73. EDN EPDTRE.
9. Шпаков А. С., Новоселов Ю. К., Харьков Г. Д. [и др.] Методические основы полевых опытов с кормовыми культурами. М. : ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2024. 332 с. ISBN 978-5-93098-144-5. DOI 10.33814/fieldexperiments-2024-332. EDN DFAQHE.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта : (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. М. : Альянс, 2011. ISBN 978-5-903034-96-3. EDN QLCQEP.
11. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира. М. : Стандартинформ, 2011. 12 с.
12. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырой золы. М. : Издательство стандартов, 2003. 8 с.
13. ГОСТ 26570-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция. М. : Издательство стандартов, 2003. 16 с.
14. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. М. : Издательство стандартов, 2002. 13 с.
15. ГОСТ 31640-2012. Корма. Методы определения содержания сухого вещества. М. : Стандартинформ, 2014. 11 с.
16. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. М. : Стандартинформ, 2014. 12 с.
17. ГОСТ 32044.1-2012 (ISO 5983-1:2005). Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Ч. 1. Метод Кьельдаля. М. : Стандартинформ, 2014. 15 с.
18. Растениеводство / под ред. Г. С. Посыпанова. М. : КолосС, 2006. 612 с. ISBN 5-9532-0335-7. EDN QKXNQL.
19. Тютюнов С. И., Воронин А. Н., Хорошилов С. А. Кукуруза: селекция, семеноводство, агротехника в Белгородском ФАНЦ РАН. Белгород : ООО «КОНСТАНТА», 2023. 188 с.
20. Архив погоды в Ярославле. URL: https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Ярославле (дата обращения: 20.05.2025).

References

1. Korol'kova N. M., Cherkashina N. I., Guseva E. V. Posevnye karakteristiki sel'skohozyajstvennyh kul'tur pri ispol'zovanii innovacionnyh kompleksov udobrenij // Agrarnyj vestnik Urala. 2024. T. 24, № 5. S. 580–592. DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-05-580-592. EDN DZJPTN.
2. Sabirova T. P., Sabirov R. A. Vliyanie biopreparatov na produktivnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur // Vestnik APK Verhnevolyzh'ya. 2018. № 3 (43). S. 18–22. EDN YMHOLJ.

3. Shpaar D., Gibel'khaufen Kh., Ginapp Kh. [i dr.] Proizvodstvo grubyh kormov : (v 2-h knigah). T. 1. Torzhok : OOO «Variant», 2002. 360 s. EDN VZSWOJ.
4. Cheremisinov M. V., Rengarten G. A. Ispol'zovanie biopreparatov na yarovom yachmene dlya ingibirovaniya gribov roda Fusarium // Agrarnyj vestnik Urala. 2024. T. 24, № 5. S. 628–636. DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-05-628-636. EDN SLEILP.
5. Tedeeva V. V., Tedeeva A. A. Biopreparaty kak faktory povysheniya produktivnosti soi // Agrarnyj vestnik Urala. 2024. T. 24, № 7. S. 885–895. DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-06-885-895. EDN GFXOKU.
6. Kursakova V. S., Khizhnikova T. G., Novikova L. A. Vliyanie azotfiksiruyushchih bakterij i mineral'nyh udobrenij na fotosinteticheskuyu deyatel'nost' i produktivnost' yarovoj pshenicy // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 2 (112). S. 023–028. EDN RVMZQN.
7. Skorokhodov V. Yu. Vliyanie prolongirovannogo dejstviya mineral'nyh udobrenij v usloviyah temperaturnogo stressa na urozhajnost' kukuruzy na silos v stepnoj zone Yuzhnogo Urala // Agrohimiya. 2024. № 6. S. 59–65. DOI 10.31857/S0002188124060088. EDN CXFEAQ.
8. Popov V. V. Principy i opyt razrabotki standartov kachestva kormov // Adaptivnoe kormoproizvodstvo. 2024. № 2. S. 65–73. DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2024-2-65-73. EDN EPDTRE.
9. Shpakov A. S., Novoselov Yu. K., Khar'kov G. D. [i dr.] Metodicheskie osnovy polevyh opytov s kormovymi kul'turami. M. : FGBOU DPO RAKO APK, 2024. 332 s. ISBN 978-5-93098-144-5. DOI 10.33814/fieldexperiments-2024-332. EDN DFAQHE.
10. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta : (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). Izd. 6-e, ster., perepech. s 5-go izd. 1985 g. M. : Al'yans, 2011. ISBN 978-5-903034-96-3. EDN QLCQEP.
11. GOST 13496.15-97. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya sodержaniya syrogo zhira. M. : Standartinform, 2011. 12 s.
12. GOST 26226-95. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya sodержaniya syroj zoly. M. : Izdatel'stvo standartov, 2003. 8 s.
13. GOST 26570-95. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya kal'ciya. M. : Izdatel'stvo standartov, 2003. 16 s.
14. GOST 26657-97. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya sodержaniya fosfora. M. : Izdatel'stvo standartov, 2002. 13 s.
15. GOST 31640-2012. Korma. Metody opredeleniya sodержaniya suhogo veshchestva. M. : Standartinform, 2014. 11 s.
16. GOST 31675-2012. Korma. Metody opredeleniya sodержaniya syroj kletchatki s primeneniem promezhutochnoj fil'tracii. M. : Standartinform, 2014. 12 s.
17. GOST 32044.1-2012 (ISO 5983-1:2005). Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Opredelenie massovoj doli azota i vychislenie massovoj doli syrogo proteina. Ch. 1. Metod K'el'dalya. M. : Standartinform, 2014. 15 s.
18. Rasteniyevodstvo / pod red. G. S. Posypanova. M. : KolosS, 2006. 612 s. ISBN 5-9532-0335-7. EDN QKXNQL.
19. Tyutyunov S. I., Voronin A. N., Khoroshilov S. A. Kukuruza: selekciya, semenovodstvo, agrotehnika v Belgorodskom FANC RAN. Belgorod : OOO «KONSTANTA», 2023. 188 s.
20. Arhiv pogody v Yaroslavle. URL: https://rp5.ru/Arhiv_pogody_v_Yaroslavle (data obrashcheniya: 20.05.2025).

Сведения об авторах

Анастасия Андреевна Дубинина – научный сотрудник отдела кормопроизводства и первичного семеноводства, Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. П. Вильямса», spin-код: 5726-1137.

Александр Викторович Тихонов – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела кормопроизводства и первичного семеноводства, Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. П. Вильямса», spin-код: 7350-4187.

Анастасия Андреевна Лобанова – старший научный сотрудник отдела кормопроизводства и первичного семеноводства, Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. П. Вильямса», spin-код: 2802-8245.

Татьяна Павловна Сабирова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник отдела кормопроизводства и первичного семеноводства, Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. П. Вильямса», spin-код: 5437-3060.

Information about the authors

Anastasiya A. Dubinina – Research Officer of the Department of Fodder Production and Primary Seed Production, Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production – Federal State Budget Scientific Institution "Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology", spin-code: 5726-1137.

Aleksandr V. Tikhonov – Candidate of Biological Sciences, Senior Research Officer of the Department of Fodder Production and Primary Seed Production, Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production – Federal State Budget Scientific Institution "Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology", spin-code: 7350-4187.

Anastasiya A. Lobanova – Senior Research Officer of the Department of Fodder Production and Primary Seed Production, Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production – Federal State Budget Scientific Institution "Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology", spin-code: 2802-8245.

Tatyana P. Sabirova – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Senior Research Officer of the Department of Fodder Production and Primary Seed Production, Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production – Federal State Budget Scientific Institution "Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology", spin-code: 5437-3060.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.