

Андрей Викторович Платонов

Вологодский научный центр РАН, заведующий лабораторией биоэкономики и устойчивого развития, кандидат биологических наук, доцент, Вологда, Россия

E-mail: platonov70@yandex.ru

Ирина Игоревна Рассохина

Вологодский научный центр РАН, младший научный сотрудник лаборатории биоэкономики и устойчивого развития, Вологда; Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, аспирант кафедры ботаники и микробиологии, Ярославль, Россия

E-mail: rasskhinairina@mail.ru

Анастасия Сергеевна Никулина

Вологодский научный центр РАН, инженер-исследователь лаборатории биоэкономики и устойчивого развития; Вологодский государственный университет, магистрант кафедры биологии и химии, Вологда, Россия

E-mail: nkln.nsts@gmail.com

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГОРОХО-ОВСЯНОЙ ТРАВΟΣМЕСИ**

*Цель исследований – изучение препаратов микробного состава на продуктивность и питательную ценность горохо-овсяной травосмеси. В задачу работы входила оценка действия биопрепаратов (предпосевное внесение и обработка по вегетации) на урожайность травосмеси и качественные характеристики корма, полученного при силосовании зеленой массы гороха и овса. В работе использовали препараты, произведенные на основе живых штаммов микроорганизмов *Bacillus subtilis* («Натурост»), *Lactobacillus buchneri* («Натурост-Актив») и *Bacillus megaterium* («Натурост-М»). Мелкоделяночные полевые исследования проводили в ФГБУН ВолНЦ РАН (Вологодская область) в 2019–2020 гг., опыт по силосованию ставили в лабораторных условиях. Показано, что под влиянием биопрепаратов продуктивность травосмеси по сухой биомассе возрастает на 4,1–7,9 %. Оценка питательной ценности полученного силоса показала, что обработка биопрепаратами способствовала повышению содержания кормовых единиц в сухом веществе на 4,6–20,0 %, обменной энергии – на 4,1–10,4 %, в результате валовый выход кормовых единиц возрастает на 12,7–28,8 %. Силос, полученный из травосмеси опытных вариантов, отличается более низким рН и содержанием масляной кислоты, а содержание молочной кислоты, напротив, возрастает. Большая продуктивность биомассы получена в опытах с использованием препарата «Натурост», по физико-химическим показателям и питательной ценности отмечается улучшение качества силоса, полученного из смеси гороха и овса в варианте с обработкой препаратом «Натурост-М».*

Ключевые слова: биопрепараты, горохо-овсяная травосмесь, продуктивность, силос, питательная ценность.

Andrei V. Platonov

Vologda Scientific Center of the RAS, head of the Laboratory of Bioeconomics and Sustainable Development, candidate of biological sciences, associate professor, Vologda, Russia

E-mail: platonov70@yandex.ru

Irina I. Rassokhina

Vologda Scientific Center of the RAS, junior researcher at the Laboratory of Bioeconomics and Sustainable Development, Vologda; Yaroslavl State University after P.G. Demidov, post-graduate student of the Department of Botany and Microbiology, Yaroslavl, Russia

E-mail: rasskhinairina@mail.ru

Anastasia S. Nikulina

Vologda Scientific Center of the RAS, research engineer at the Laboratory of Bioeconomics and Sustainable Development; Vologda State University, master student of biology and chemistry, Vologda, Russia

E-mail: nkln.nsts@gmail.com

BIOLOGICALS' USE EFFICIENCY WHEN CULTIVATING PEA-OAT GRASS MIX

The purpose of research is the study of microbial composition drugs on the productivity and nutritional value of pea-oat grass. The task of the work included an assessment of the action of biological preparations (pre-sowing and treatment on vegetation) on the yield of grass mixture and the qualitative characteristics of the feed obtained during the siloing of the green mass of pea and oats. The paper used preparations produced on the basis of living strains of Bacillus subtilis microorganisms ("Natourost"), Lactobacillus Buchneri ("Naturet-Active") and Bacillus Megaterium ("Natourost-M"). Small-shaped field studies were carried out in FGBU VolRC RAS (Vologda Region) in 2019–2020, the experiment on siloing was conducted in laboratory conditions. It has been shown that under the influence of biological products, the productivity of grass mixtures on dry biomass increases by 4.1–7.9 %. Evaluation of the nutritional value of the resulting silo showed that the treatment of biological preparations contributed to an increase in the content of feed units in a dry matter by 4.6–20.0 %, exchange energy – by 4.1–10.4 %, as a result, the gross yield of feed units increases by 12, 7–28.8 %. The silage obtained from the mixed grass of experimental variants is characterized by lower pH and the content of oil acid, while the content of lactic acid, on the contrary, increases. The high productivity of biomass was obtained in experiments using the preparation "Natourost", in physical and chemical indicators and nutritional value, there is an improvement in the quality of the silage obtained from a mixture of pea and oats in an embodiment with the treatment with "Natourost-M" preparation.

Keywords: biologics, pea and oat grass mix, productivity, silage, nutritional value.

Введение. Достижение высокой продуктивности кормовых трав, а также получение качественных кормов являются важнейшей задачей сельскохозяйственного производства. Особую ценность для кормопроизводства представляют бобово-злаковые травосмеси, возделывание которых считается наиболее рентабельным за счет того, что бобовый компонент содержит довольно высокое содержание протеина, а выращивание совместно со злаковыми культурами позволяет получить из травосмеси качественный силос. Корма, получаемые из бобово-злаковых смесей, отличаются хорошей переваримостью и сбалансированы по белку, углеводам, аминокислотам, витаминам и минеральным элементам [1]. Высокая продуктивность бобово-злаковых смесей достигается и за счет различного расположения корневых систем злаковых и бобовых растений, что позволяет им

наиболее полно использовать имеющиеся в почве питательные компоненты [2].

Научно обоснованное использование минеральных удобрений и химических средств защиты растений в свое время привело к существенному увеличению продуктивности сельскохозяйственных растений, однако в настоящее время все отчетливее проявляется тенденция к экологизации различных сфер жизни и производства, в том числе и сельского хозяйства [3]. Использование микробных препаратов способно привести как к снижению активности фитопатогенных бактерий и грибов, так и к активации ростовых процессов растений, что в свою очередь сказывается на повышении продуктивности культур. Эффективность действия бактерий подтверждалась в исследованиях многих российских и зарубежных ученых. Например, результаты Л.Ф. Миннебаева и др. (2019) показывают стимулирующее действие штаммов

Paenibacillus ehimensis IB 739, *Pseudomonas koreensis* ИБ-4, *Pseudomonas chlororaphis* ИБ-51 на формирование и функционирование бобово-ризобиальных сообществ, при этом исследователи отмечают, что обработка растений исследуемыми микроорганизмами способствовала улучшению всхожести, роста и развития растений [4]. Е.Ю. Шмыга и др. (2020) в своей работе обсуждают высокий биотехнологический потенциал штамма *Bacillus megaterium* БИМ В-1269, отмечая, что данные бактерии способны к синтезу ряда ферментов, индолилуксусной кислоты, сидерофоров, а также к растворению неорганических фосфатов [5]. И.Н. Гагарина приходит к выводу, что метаболиты, продуцируемые *Bacillus subtilis*, способствуют повышению всхожести семян гороха посевного на 11 %, энергии прорастания – на 14 % относительно контроля, при этом автор отмечает ускорение роста и корнеобразования у опытных растений [6]. В наших исследованиях показано положительное влияние микробиологических препаратов на продуктивность и питательную ценность райграса однолетнего и клеверо-тимофеечной смеси [7].

Цель исследования. Изучить влияние биопрепаратов микробного происхождения на продуктивность и питательную ценность горохо-овсяной травосмеси.

Задачи исследования: оценить влияние биопрепаратов на урожайность сухой биомассы травосмеси; провести оценку качественных характеристик корма, полученного при силосовании горохо-овсяной смеси в лабораторных условиях.

Объекты и методы исследования. Эксперимент по изучению влияния биопрепаратов на горохо-овсяную смесь выполнялся на опытном поле ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук» (ВолНЦ РАН) в 2019–2020 гг. Почва на экспериментальных делянках осушенная дерново-подзолистая, среднесуглинистая.

В работе использовались биопрепараты производства ООО «Биотроф» (г. Санкт-Петербург). Препарат «Натурост» создан на основе культуры клеток *Bacillus subtilis*, «Натурост-Актив» – *Lactobacillus buchneri*, а «Натурост-М» – *Bacillus megaterium*. Объектом исследования выбрана смесь гороха полевого (сорт Вологодский уса-тый) и овса посевного (сорт Яков).

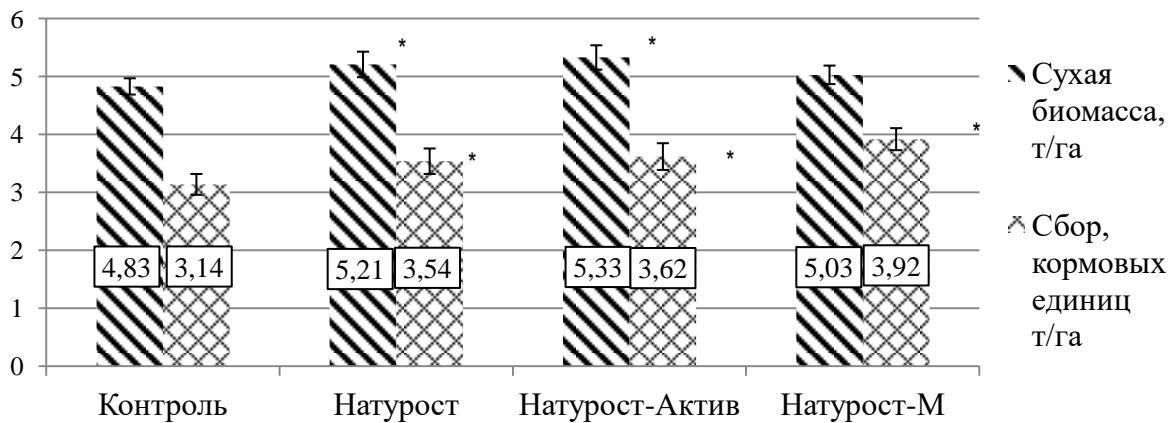
Постановка мелкоделяночного полевого эксперимента включала следующие варианты: об-

работка водой (контроль) и три варианта с внесением биопрепаратов «Натурост», «Натурост-Актив» и «Натурост-М». Повторность опыта 4-кратная, площадь учетной делянки 6 м². Посев смеси горох + овес (40 : 60) происходил в соответствии с принятыми нормами высева – 0,5:3,6 млн семян/га. Перед посевом семена опытных групп замачивались в рабочих растворах препаратов в концентрации 1 мл препарата на 1 литр воды в течение 2 часов, семена контрольной группы – в воде. Кроме того, в фазу начала кущения овса проводилось опрыскивание растений рабочими растворами, согласно рекомендациям производителя, в концентрации 1 л препарата на га.

Уход за культурами происходил в соответствии с общепринятыми агротехническими приемами, минеральные удобрения не вносились. В течение эксперимента был проведен учет биомассы, травосмесь скашивалась в фазу начала выметывания овса. Силос из травосмеси готовился в полулитровых лабораторных сосудах (в 4-кратной повторности) в соответствии с методическими рекомендациями по консервированию и хранению объемистых кормов (Бондарев В.А. и др., 2008), емкости хранились при температуре 16–18 °С в течение 80 суток, затем пробы вскрывались и проводились анализы. Качество силосной массы и содержание питательных веществ в корме оценивались в лаборатории химического анализа СЗНИИМЛПХ в соответствии с ГОСТ Р 55986-2014.

Статистическая обработка данных осуществлялась по стандартным методикам с использованием пакета анализа данных программы MS Excel'2010. Представлены средние значения показателей (M) и величины их стандартных отклонений (\pm SD). Оценка достоверности различия выборочных средних проводилась при значении доверительной вероятности 0,95.

Результаты исследования и их обсуждение. На нижепредставленном рисунке видно, что внесение микробиологических препаратов способствовало увеличению биомассы укосов горохо-овсяной травосмеси с опытных делянок. Так, под влиянием препаратов сухая биомасса увеличивается на 4,1–10,4 %. С учетом выхода кормовых единиц в силосуемой массе разница между опытными вариантами и контролем достигает 12,7–24,8 %.



Урожайность горохо-овсяной травосмеси

(* – разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $P < 0,05$)

Качество силоса обусловлено наличием и соотношением органических кислот: чем выше доля молочной кислоты, тем более благоприятно микробиологические процессы идут в силосе. Кроме того, правильно приготовленный силос

должен содержать не более 25 % уксусной кислоты от общего содержания органических кислот [8]. Данные по физико-химическим показателям качества полученного корма приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические характеристики силоса горохо-овсяной травосмеси

Вариант опыта	рН	Содержание органических кислот, % в натуральном корме			Доля молочной кислоты, %
		уксусная	масляная	молочная	
Контроль	5,08	0,365	0,642	1,434	59
Натурост	4,95	0,518	0,280	2,074	72
Натурост-Актив	4,96	0,437	0,383	1,839	69
Натурост-М	4,23	0,736	0	2,918	80

Установлено, что силос, полученный из растений, обработанных биопрепаратом «Натурост-М», по всем показателям являлся первоклассным: подкисление до рН – 4,23, масляная кислота отсутствовала, а доля молочной кислоты составляла 80 % от суммы всех органических кислот. В контрольном варианте силос имел самое низкое качество: недостаточная степень подкисления (рН – 5,08), высокий уровень масляной кислоты, малое накопление молочной кислоты. Наличие масляной кислоты в трех вариантах объясняется трудной силосуемостью горохо-овсяной смеси и, возможно, на фоне дефицита растворимых сахаров процессы подкисления на начальных этапах силосования идут медленно.

Питательная ценность экспериментальных образцов корма представлена в таблице 2. Недостаточное кислотообразование и медленное

повышение кислотности могут привести к чрезмерным потерям питательных веществ силоса, а также сказаться на его качестве при хранении [8], что, вероятно, и происходит в контрольном образце. В вариантах с использованием биопрепаратов по сравнению с контролем повышается содержание сухого вещества на 3,8–58,2 %. Однако только в образце корма, полученном с использованием биопрепарата «Натурост-М», этот показатель соответствует нормам для силоса первого класса (выше 250 г/кг). Силос, полученный из травосмеси опытных вариантов, превышает контрольный вариант по содержанию кормовых единиц и обменной энергии в сухом веществе на 4,6–20,0 и 4,0–14,0 % соответственно. Все образцы силоса содержат сырой протеин в количестве, характерном для кормов 1–3-го класса.

Питательная ценность силоса горохо-овсяной травосмеси

Показатель	Контроль	Натурост	Натурост-Актив	Натурост-М
Сухое вещество, г/кг корма при натуральной влажности	170,05	176,44	220,35	268,99
В 1 кг сухого вещества				
Кормовые единицы	0,65	0,68	0,68	0,78
Обменная энергия, МДж	8,77	9,29	9,12	10,00
Перевариваемый протеин, г	79,3	92,7	72,2	86,1
Каротин, мг	112	111	117	118
Содержание в сухом веществе, %				
Сырой протеин	12,24	13,62	11,52	12,94
Сырая клетчатка	29,16	31,67	31,35	28,20
Жир	3,46	3,57	3,43	3,59
Сахар	1,01	2,61	0,14	7,94
Зола	7,06	6,67	5,83	6,19
Кальций	0,71	0,92	0,80	0,84
Фосфор	0,38	0,41	0,35	0,42
Магний	0,32	0,36	0,35	0,37

В кормах всех вариантов обнаружено довольно высокое содержание клетчатки, что свидетельствует о недостаточном разложении в процессе силосования труднопереваримых углеводов. В варианте с внесением препарата «Натурост-Актив» к моменту проведения анализов практически не осталось сахаров, можно предположить, что они все были израсходованы на процессы брожения. Обработка растений биопрепаратами не оказала существенного влияния на содержание минеральных элементов и каротина в полученном силосе.

Схожие закономерности получены и другими исследователями при изучении эффективности действия бактериальных препаратов на показатели качества и продуктивности горохо-овсяной травосмеси. Так, О.В. Галкина и А.Л. Тарасов (2017) в своей работе отмечают, что предпосевная обработка семян препаратом, созданным на основе *Bacillus subtilis*, способствовала повышению урожайности зеленой массы горохо-овсяной травосмеси на 5,2–22,4 %, при этом действие биопрепарата привело к увеличению содержания белка в травосмеси на 7,4–25,5 % в зависимости от уровня минерального питания растений [9].

Заключение. Проведенные мелкоделяночные полевые испытания биопрепаратов, созданных на основе штаммов живых микроорганизмов, показали, что они способствуют повышению урожайности горохо-овсяной травосмеси на 4,1–10,3 %. Наибольшую эффективность оказал препарат «Натурост», созданный на основе бактерий *Bacillus subtilis*.

Лабораторные испытания свидетельствуют, что внесение биопрепаратов также оказало влияние на биохимические показатели и питательную ценность корма, полученного из травосмеси. Качество силоса опытных вариантов было выше по сравнению с контролем практически по всем изученным показателям. Силос из травосмеси, полученной при использовании препарата «Натурост-М» (созданного на основе *Bacillus megaterium*), по питательной ценности, рН, содержанию масляной и молочной кислот соответствует первому классу согласно ГОСТ Р 55986-2-14. Также в этом варианте достигается максимальный выход кормовых единиц с площади посева (превышение относительно контроля на 28,8 %).

Литература

References

1. Павлова А.В. Влияние макро- и микроудобрений на содержание переваримого протеина в горохо-овсяной смеси и ее компонентах // Вестник АГАУ. 2011. № 6. С. 68.
2. Безгодова И.Л., Коновал Н.Ю., Прядильщикова Е.Н. Влияние минеральных удобрений на продуктивность гороха полевого усатого морфотипа в чистых и смешанных посевах // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 6. С. 21–22.
3. Рассохина И.И., Коткова Д.Н., Платонов А.В. Анализ мировой публикационной активности по направлению «Биоэкономика» // Проблемы развития территории. 2019. № 3 (101). С. 152–165. DOI: 10.15838/ptd.2019.3.101.10.
4. Миннебаев Л.Ф., Кузина Е.В., Рафикова Г.Ф. и др. Продуктивность бобово-ризобияльного комплекса под влиянием ростстимулирующих штаммов микроорганизмов // Сельскохозяйственная биология. 2019. № 54 (3). С. 481–493.
5. Шмыга Е.Ю., Гирилович Н.И., Мандрик-Литвинкович М.Н. и др. Функции бактерий *Bacillus megaterium* БИМ В-1269 в составе микробного препарата комплексного действия // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. 2020. Т. 12. С. 281–290.
6. Гагарина И.Н. Влияние биологически активных веществ синтезируемых микроорганизмами рода *Bacillus* на рост и развитие гороха посевного // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием по актуальным проблемам в области биотехнологии. Орел: Орловский ГАУ, 2019. С. 61–68.
7. Платонов А.В., Рассохина И.И., Сухарева Л.В. и др. Продуктивность кормовых трав при использовании микробиологических препаратов в условиях Вологодской области // Кормопроизводство. 2021. № 1. С. 21–25. DOI: 10.25685/KRM.2021.1.2021.001.
8. Сизова Ю.В., Борисова Е.Е., Шуварин М.В. и др. Влияние биопрепарата «Биовет-1» на качество силосования бобово-злаковых смесей // Вестник КрасГАУ. 2016. № 9. С. 156–163.
9. Галкина О.В., Тарасов А.Л. Влияние биопрепаратов на урожайность и питательную ценность зеленой массы в смешанных посевах овса с горохом // Современные наукоемкие технологии: региональное приложение. 2017. № 2 (50). С. 122–125.
1. Pavlova A.V. Vliyanie makro- i mikroudobrenij na sodержanie perevarimogo proteina v goroho-ovsyanoj smesi i ee komponentah // Vestnik AGAU. 2011. № 6. S. 68.
2. Bezgodova I.L., Konoval N.Yu., Pryadil'schikova E.N. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na produktivnost' goroha polevogo usatogo morfortipa v chistyh i smeshannyh posevah // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2013. № 6. S. 21–22.
3. Rassohina I.I., Kotkova D.N., Platonov A.V. Analiz mirovoj publikacionnoj aktivnosti po napravleniyu «Bio`ekonomika» // Problemy razvitiya territorii. 2019. № 3 (101). S. 152–165. DOI: 10.15838/ptd.2019.3.101.10.
4. Minnebaev L.F., Kuzina E.V., Rafikova G.F. i dr. Produktivnost' bobovo-rizobial'nogo kompleksa pod vliyaniem roststimuliruyuschih shtammov mikroorganizmov // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2019. № 54 (3). S. 481–493.
5. Shmyga E.Yu., Girilovich N.I., Mandrik-Litvinkovich M.N. i dr. Funkcii bakterij *Bacillus megaterium* BIM V-1269 v sostave mikrobnogo preparata kompleksnogo dejstviya // Mikrobnye biotekhnologii: fundamental'nye i prikladnye aspekty. 2020. T. 12. S. 281–290.
6. Gagarina I.N. Vliyanie biologicheski aktivnyh veschestv sinteziruemyh mikroorganizmami roda *Bacillus* na rost i razvitie goroha posevnogo // Racional'noe ispol'zovanie syr'ya i sozdanie novyh produktov biotekhnologicheskogo naznacheniya: mat-ly Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem po aktual'nym problemam v oblasti biotekhnologii. Orel: Orlovskij GAU, 2019. S. 61–68.
7. Platonov A.V., Rassohina I.I., Suhareva L.V. i dr. Produktivnost' kormovyh trav pri ispol'zovanii mikrobiologicheskikh preparatov v usloviyah Vologodskoj oblasti // Kormoproizvodstvo. 2021. № 1. S. 21–25. DOI: 10.25685/KRM.2021.1.2021.001.
8. Sizova Yu.V., Borisova E.E., Shuvarin M.V. i dr. Vliyanie biopreparata «Biovet-1» na kachestvo silosovaniya bobovo-zlakovyh smesey // Vestnik KrasGAU. 2016. № 9. S. 156–163.
9. Galkina O.V., Tarasov A.L. Vliyanie biopreparatov na urozhajnost' i pitatel'nuyu cennost' zelenoj massy v smeshannyh posevah ovsa s gorohom // Sovremennye naukoemkie tehnologii: regional'noe prilozhenie. 2017. № 2 (50). S. 122–125.