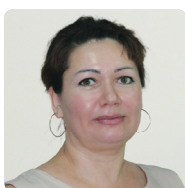


ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА В КРОВИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ В РАЗНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

© Корельская Л.А.,
Соснина Л.П., Коломиец С.А.



Лариса Александровна Корельская

Вологодский научный центр Российской академии наук
Вологда, Российская Федерация
e-mail: larisa030976@mail.ru
ORCID: [0000-0002-6651-0615](https://orcid.org/0000-0002-6651-0615)



Любовь Петровна Соснина

Вологодский научный центр Российской академии наук
Вологда, Российская Федерация
e-mail: szniibiohim@mail.ru



Светлана Анатольевна Коломиец

Вологодский научный центр Российской академии наук
Вологда, Российская Федерация
e-mail: lady.lana-2014@yandex.ru

В рамках темы НИР № FMGZ-2022-0003 исследовался биохимический состав сыворотки крови высокопродуктивных животных в периоды раздоя, разгара, затухания лактации, в сухостойный период, при привязном способе содержания и роботизированном способе доения в условиях Европейского Севера Российской Федерации, с постановкой производственного эксперимента в условиях Вологодской области, проведенного на базе сельскохозяйственного предприятия ПЗК «Аврора». Основная задача исследования – изучение динамики параметров энергетического обмена (глюкоза, кетоновые тела) и минерального обмена (кальций, фосфор). В ходе работы установлено, что при привязном методе содержания в период пика лактации количество кальция, фосфора и кетоновых тел у животных было в норме, но уровень глюкозы ниже нормы на 14,2%. В период раздоя наблюдается заметное снижение всех показателей, кроме кальция. В период сухостоя количество кальция, фосфора, кетоновых тел было немного понижено, а глюкозы – на 6,1% выше нормы. При роботизированном доении коров уровень фосфора, глюкозы и кетоновых тел выше референсных значений, кальций в пределах нормы. Значения всех показателей более высокие в сравнении с привязным содержанием животных. Анализируя результаты биохимии крови высокопродуктивных коров в различные физиологические циклы, можно своевременно выявить отклонения в минеральном и энергетическом об-

мене. Таким образом, показатели, полученные при биохимическом анализе крови коров, имеют практическое значение для составления и корректировки рационов с учетом физиологических потребностей животных в период раздоя, разгара, угасания лактации и сухостоя, для предупреждения нарушений обменных процессов и поддержания продуктивного здоровья высокоудойных животных.

Кровь, сыворотка крови, энергетический обмен, минеральный обмен, кальций, фосфор, глюкоза, кетоновые тела.

Благодарность

Статья подготовлена в рамках государственного задания № FMGZ-2022-0003.

Введение

Правильное кормление лежит в основе успешного животноводства. Корма оказывают решающее влияние на обменные процессы в организме, на здоровье животных и качество получаемой продукции. Высокая продуктивность в молочном животноводстве создает большую нагрузку на обменные процессы в организме коров и предъявляет высокие требования к качеству кормов, организации и поддержанию правильного кормления, а также к ранней диагностике нарушений обмена веществ (Амерханов и др., 2011).

Высокий уровень производства молока и нормальное физиологическое состояние высокоудойных коров возможны только при условии контроля и нормирования потребностей организма в энергии, питательных и биологически активных веществах, а также удовлетворения этих потребностей путем рационального подбора кормов и соответствующих добавок.

Увеличение производства молока часто напрямую связано с нарушениями обмена веществ и вспышками заболеваний у животных. Ошибки в кормлении быстрее проявляются у высокопродуктивных коров, чем у низкопродуктивных (Багинов и др., 2023).

В полноценном комплексе кормления сельскохозяйственных животных вопрос минерального обмена занимает важнейшее место в регуляции кислотно-щелочного ба-

ланса в их организме (Гусаров и др., 2018a; Гусаров и др., 2018b).

Важность фосфора для организма животных хорошо известна. Фосфор играет ключевую роль во всех важных метаболических процессах обмена веществ и поэтому присутствует во всех биологических веществах. Фосфор является структурным элементом костной и зубной ткани, его доля составляет в ней 83% у молодняка и 87% у взрослых коров от всего количества фосфора, находящегося в организме (Косолапов и др., 2019).

Кальций обеспечивает материал для формирования костной ткани и участвует в свертывании крови. Профилактическая роль кальция заключается в поддержании кислотно-щелочного равновесия, в процессах формирования минеральной части кости и в активизации защитных функций организма. Кальций плохо усваивается как при дефиците, так и при избытке фосфора (Косолапов и др., 2019; Корельская, 2021).

Фосфор и кальций очень тесно связаны между собой, являются ключевыми минералами и определяют структурную прочность костной ткани – основы всего организма (Нога, Савинова, 2021).

Глюкоза является основным энергетическим веществом организма для некоторых специализированных тканей, играет важную роль в обмене веществ, влияет на интенсивность жирового и белкового обмена, стимулирует функцию поджелу-

дочной железы и печени, обладает антикетонным действием. Когда животные голодают, выработка глюкозы снижается (Симакова, Рожков, 2023).

Углеводное кормление коров регулируется содержанием в кормовом рационе сырой клетчатки, легкоусвояемых углеводов, в частности сахара, соотношением углеводов и белков, сравнением с рекомендуемыми эталонными количествами и состоянием углеводного обмена у скота, о чем свидетельствуют биохимические показатели в сыворотке крови.

Характерными признаками кетоза являются снижение глюкозы в плазме, уменьшение содержания гликогена в печени, повышенная продукция и экскреция кетонных тел. Заболевание проявляется нарушениями пищеварения и обмена веществ. Измерение уровня кетонных тел у лактирующих и сухостойных коров помогает своевременно выявить нарушения в энергетическом обмене (Симакова, Рожков, 2023).

Данные, полученные при биохимическом анализе крови животных по разным способам содержания и по разнотипным периодам лактации, имеют практическое значение для составления и корректировки рационов, обеспечения физиологических потребностей коров в разные периоды лактации и сухостоя, предупреждения нарушений обменных процессов у высокоудойных коров, оценки метаболического статуса, проведения лечебно-профилактических мероприятий (Гусаров и др., 2021; Богатырева, Фоменко, 2022).

Поиск оптимальных значений параметров энергетического и минерального обмена в сыворотке крови высокоудойных коров в условиях Европейского Севера Российской Федерации составляет научную новизну исследования. Разработка направлений по повышению эффективности контроля над уровнем этих параметров и регулированию их концентрации позволяет оценить степень напряженности мета-

болизма энергетического и минерального процессов в организме животных.

Изучение энергетического и минерального обмена в сыворотке крови высокопродуктивных коров в разные физиологические периоды при привязном способе содержания и роботизированном способе доения играет важную роль и позволяет своевременно выявить отклонения. Полученные данные биохимического анализа крови животных имеют практическое значение для составления и корректировки рационов, профилактики нарушений обмена веществ, управления здоровьем высокопродуктивных коров, оценки метаболического статуса и проведения лечебно-профилактических мер (Тяпугин и др., 2016; Корельская и др., 2022).

Цель исследования – изучение динамики параметров энергетического (глюкоза, кетонные тела) и минерального обмена (кальций, фосфор), сравнение результатов в разные физиологические периоды и при разных способах содержания и доения коров в условиях Европейского Севера Российской Федерации. Исследования проведены на базе сельскохозяйственного предприятия с постановкой производственного эксперимента в условиях Вологодской области.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- 1) определить содержание кальция, фосфора, глюкозы, кетонных тел в крови высокоудойных животных в разные физиологические периоды, при привязном способе содержания и роботизированном способе доения коров;
- 2) провести сравнение полученных результатов.

Материалы и методы

На базе сельскохозяйственного предприятия Вологодской области был проведен производственный эксперимент по изучению биохимического состава сыво-

ротки крови высокопродуктивных животных в разные физиологические периоды и при различных способах содержания и доения в условиях Европейского Севера Российской Федерации.

Объектом исследования являлись 108 коров черно-пестрой голштинизированной породы продуктивностью свыше 8500 кг молока.

Предметом исследования служили кровь и сыворотка высокопродуктивных коров для изучения динамики содержания кальция, фосфора, глюкозы и кетонных тел в разные периоды физиологического цикла при различных методах содержания и доения животных.

Образцы крови взяты у животных подопытных групп в различные периоды лактации и сухостоя, при использовании различных методов содержания и доения. Кровь отбиралась из хвостовой вены перед утренним кормлением.

Исследование проводилось на базе лаборатории биохимии и физиологии животных СЗНИИМЛПХ имени А.С. Емельянова – обособленного подразделения ФГБУН ВолНЦ РАН в «Центре коллективного пользования» (ЦКП) в рамках темы государственного задания № FMGZ-2022-0003.

Изучалась динамика показателей энергетического и минерального обменов в сыворотке крови высокопродуктивных коров. Данные обрабатывались с помощью программы «Microsoft Access», «Microsoft Office Excel». В энергетическом обмене определялись глюкоза и кетонные тела, в минеральном обмене – кальций и фосфор.

Уровень кальция в сыворотке крови определяли колориметрическим методом с помощью набора «Кальций КФК Агат» с о-крезолфталеином плексоном (изготовитель ООО «Агат-Мед»).

Принцип метода: о-крезолфталеиновый комплекс (СРК) образует комплекс с кальцием в щелочной среде, давая красно-фиолетовый цвет, причем интенсивность

цвета при длине волны 575 нм пропорциональна концентрации кальция, измеряемой фотометрически при 575 нм (560–580 нм). В реакционную смесь добавляют 8-оксихинопин, который связывается с металлами (особенно магнием) и образует менее интенсивный комплекс с кальцием, чем СРК.

Содержание фосфора в сыворотке крови высокоудойных коров определяли колориметрическим методом, основанным на восстановлении фосфорномолибдата.

Содержание глюкозы в крови определяли с помощью диагностического набора «Глюкоза Агат 400», основанного на глюкозооксидазном методе (изготовитель ООО «Агат-Мед»). Принцип измерения: глюкозооксидаза окисляет D-глюкозу до глюкуроновой кислоты с образованием перекиси водорода, которая под действием пероксидазы реагирует с 4-аминоантипирином и фенолом с образованием красных соединений. Концентрация глюкозы измеряется фотометрически при длине волны 504 (490–550 нм).

Одним из методов измерения кетонных тел в крови высоколактующих коров является метод йодометрии. Принцип метода: ацетон, образовавшийся из свободного ацетона, ацетоуксусной кислоты и β-оксимасляной кислоты из безбелкового фильтрата, отгоняют путем добавления хромовой смеси и кипячения. Весь дистиллированный ацетон в дистилляте количественно определяют добавлением йода и щелочи. Ацетон с добавленным йодом образует йодоформ и йодистый натрий в щелочной среде. Избыток йода выделяется при добавлении серной кислоты и определяется титрованием раствором тиосульфата натрия. Разница между контролем и экспериментом используется для определения связанного йода.

Результаты исследований

Результаты исследований динамики энергетического и минерального обмен-

Таблица 1. Содержание глюкозы, кетоновых тел, кальция и фосфора в крови коров при роботизированном способе доения

Период физиологического цикла	Кальций (Са)				Фосфор (Р)				Глюкоза				Кетоновые тела			
	Ср. значение Са, мг%, М+м	Референсные значения, мг%	Отклонение от референсных значений, %	Лимиты признака, min-max	Ср. значение Р, мг%, М+м	Референсные значения, мг%	Отклонение от референсных значений, %	Лимиты признака, min-max	Ср. значение глюкоза, мг%, М+м	Референсные значения, мг%	Отклонение от референсных значений, %	Лимиты признака, min-max	Ср. значение кетоновые тела, мг%, М+м	Референсные значения, мг%	Отклонение от референсных значений, %	Лимиты признака, min-max
1–100 сутки (раздой)	8,87±0,67	9,3–9,9	95,4	4,63–10,74	4,05±0,11	3,6–4,1	112,5	4,05–4,55	45,79±4,04	40,0–47,0	97,4	33,64–63,4	9,58±0,56	11,0–13,0	87,1	7,75–13,5
101–200 сутки (разгар лактации)	10,1±0,5	9,7–10,0	104	7,65–11,97	4,32±0,09	3,5–4,0	123,4	4,03–4,72	50,51±3,12	43,0–45,0	112,2	38,69–66,52	10,0±0,79	9,0–13,0	111,1	8,5–14,75
201–300 сутки (затухание лактации)	9,96±0,61	9,42–9,7	105,7	7,68–13,89	4,31±0,14	3,8–4,0	113,4	3,89–5,24	47,81±4,45	42,8–45,0	106,2	29,16–67,64	11,03±1,27	9,9–11,6	111,4	8,5–19,5
Сухостойный период	9,21±0,4	9,6–10,0	95,9	7,46–11,28	4,19±0,12	3,3–3,9	126,9	3,82–4,84	53,80±4,59	42,0–46,0	117,0	34,21–78,26	9,50±0,42	9,0–13,0	105,6	8,25–11,75

Источник: исследования авторов.

Таблица 2. Содержание глюкозы, кетоновых тел, кальция и фосфора в крови коров при привязном способе содержания

Период физиологического цикла	Кальций (Са)				Фосфор (Р)				Глюкоза				Кетоновые тела			
	Ср. значение Са, мг%, М+м	Референсные значения, мг%	Отклонение от референсных значений, %	Лимиты признака, min-max	Ср. значение Р, мг%, М+м	Референсные значения, мг%	Отклонение от референсных значений, %	Лимиты признака, min-max	Ср. значение глюкоза, мг%, М+м	Референсные значения, мг%	Отклонение от референсных значений, %	Лимиты признака, min-max	Ср. значение кетоновые тела, мг%, М+м	Референсные значения, мг%	Отклонение от референсных значений, %	Лимиты признака, min-max
1–100 сутки (раздой)	10,19±0,42	9,3–9,9	102,9	7,89–12,0	3,36±0,09	3,6–4,1	93,3	3,02–3,75	38,85±3,55	40,0–47,0	97,1	20,68–54,95	9,72±0,62	11,0–13,0	88,4	7,5–13,25
101–200 сутки (разгар лактации)	9,54±0,83	9,7–10,0	98,4	7,13–13,74	3,66±0,15	3,5–4,0	104,6	2,86–4,48	36,91±3,27	43,0–45,0	85,8	20,12–48,22	9,00±0,40	9,0–13,0	100	7,5–11,0
201–300 сутки (затухание лактации)	9,92±0,57	9,42–9,7	102,3	8,23–12,32	3,75±0,18	3,8–4,0	98,7	3,02–4,69	40,12±4,68	42,8–45,0	93,7	19,57–57,17	8,72±0,26	9,9–11,6	88,1	7,5–10,0
Сухостойный период	8,22±0,6	9,6–10,0	85,6	5,82–10,64	3,64±0,10	3,3–3,9	93,3	2,94–4,05	48,82±6,03	42,0–46,0	106,1	17,89–62,8	8,69±0,30	9,0–13,0	95,6	7,5–10,0

Источник: исследования авторов.

на в крови коров, при роботизированном способе доения и при привязном способе содержания, представлены в табл. 1, 2.

При роботизированном способе доения в период первых 100 дней лактации наблюдается небольшое повышение фосфора на 12,5%, а остальные показатели незна-

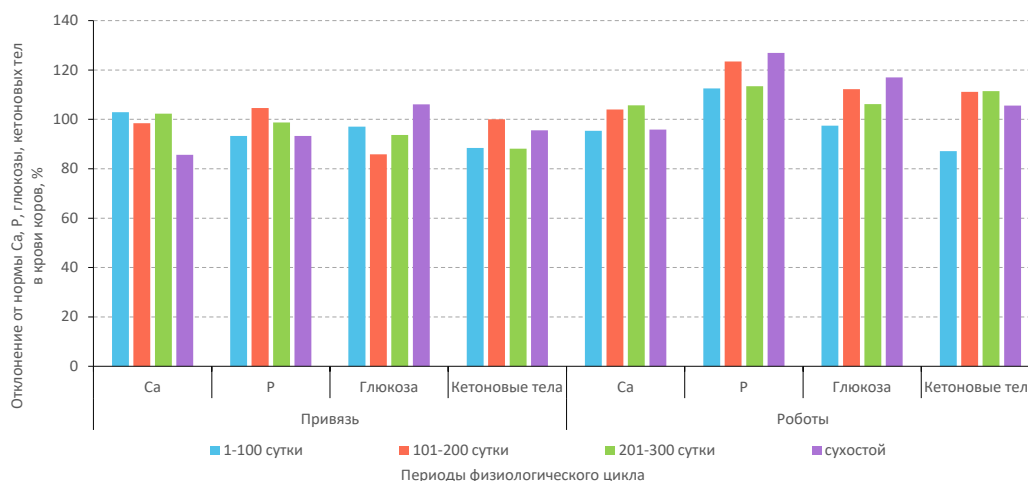


Рис. Отклонение от нормы содержания кальция, фосфора и глюкозы, кетоновых тел в крови коров в разные физиологические циклы, при привязном способе содержания и роботизированном способе доения, %

Источник: исследования авторов.

чительно ниже физиологических норм: кальций – на 4,6%, глюкоза – на 2,6%, кетоновые тела – на 12,9%. В период разгара и затухания лактации и сухостоя наблюдается небольшое повышение кетоновых тел – на 11,1, 11,4 и 5,6% соответственно. В сухостойный период содержание фосфора в крови высокопродуктивных коров повышается на 26,9%, глюкозы – на 17%, уровень кальция ниже нормы на 4,1%.

В период раздоя и затухания лактации отмечаются сильные колебания величины кальция в сыворотке крови внутри опытной группы животных: 4,63–10,74 мг% и 7,68–13,89 мг% соответственно. Лимиты признака фосфора колеблются от 3,89–5,24 мг% в период 201–300 дней лактации.

Лимиты содержания кетоновых тел в сыворотке крови животных в период раздоя колеблются в диапазоне 7,75–13,5 мг%, в период разгара – от 8,5–14,75 мг%, в период затухания лактации – от 8,5–19,5 мг% и в сухостойный период – от 8,25–11,75 мг%.

В период раздоя и период затухания при привязном способе содержания отмечается небольшое увеличение кальция в крови высокопродуктивных животных – на 2,9 и 2,3% соответственно; незначительное понижение от референсных значений содер-

жания фосфора в период раздоя на 6,7% и период затухания лактации на 1,3%; глюкозы в период раздоя на 2,9%, период затухания лактации – на 6,3%; кетоновых тел в период раздоя и затухания лактации – на 11,6 и 11,9%, соответственно. В период разгара лактации содержание кальция и глюкозы уменьшилось на 1,6 и 14,2% от нормы соответственно. Уровень фосфора увеличился на 4,6%. Кетоновые тела в пределах физиологических норм.

В период сухостоя показатели содержания кальция, фосфора, кетоновых тел ниже нормы на 14,4, 6,7 и 4,4% соответственно. Уровень глюкозы поднялся на 6,1% выше нормы.

Лимиты признака кальция, фосфора, глюкозы, кетоновых тел в сыворотке крови высокопродуктивных животных внутри опытных групп при привязном способе содержания сильно колеблются. В период раздоя, разгара и затухания лактации содержание кальция изменяется: 7,89–12,0 мг%, 7,13–13,74 мг%, 8,23–12,32 мг%; фосфора 3,02–3,75 мг%, 2,86–4,48 мг%, 3,38–4,0 мг%; глюкозы 20,68–54,95 мг%, 20,12–48,22 мг%, 19,57–57,17 мг%; кетоновых тел 7,5–13,25 мг%, 7,5–11,0 мг%, 7,5–10,0 мг% соответственно.

В сухостойный период лимиты признака кальция расходятся – 5,82–10,64 мг%, фосфора – 2,94–4,05 мг%, глюкозы – 17,89–62,8 мг%, кетоновых тел – 7,5–10,0 мг% (рис.).

При привязном способе содержания в период разгара лактации количество кальция, фосфора и кетоновых тел в норме, а глюкоза ниже нормы на 14,2%. В период раздоя заметно снижение всех показателей, за исключением кальция. В сухостойный период незначительно понижены показатели кальция, фосфора, кетоновых тел, а уровень глюкозы выше нормы на 6,1%.

При роботизированном способе доения высокопродуктивных животных заметно увеличение уровня выше физиологических норм содержания фосфора, глюкозы, кетоновых тел. Кальций в пределах нормы. Значения всех показателей более высокие в сравнении с показателями при привязном содержании животных.

ЛИТЕРАТУРА

- Амерханов Х.А., Тяпугин Е.А., Симонов Г.А, Тяпугин С.Е. (2011). Эффективность ведения молочного скотоводства в условиях Европейского Севера России: монография. Москва: СЗНИИМЛПХ. 155 с.
- Багинов Б.О., Гомбоева О.А., Жапов Ж.Н., Багинова О.Д. (2023). Динамика некоторых биохимических показателей крови крупного рогатого скота в связи с возрастом, стельностью и лактацией // Вестник Бурятской гос. с.-х. академии им. В.Р. Филиппова. № 4 (73). С. 38–45. DOI: 10.34655/bgsha.2023.73.4.005
- Богатырева Е.В., Фоменко П.А. (2022). Биохимический статус крови коров при использовании свекловичной патоки в условиях Вологодской области // Сельскохозяйственный журнал. № 4 (15). С. 75–83. DOI: 10.25930/2687-1254/008.4.15.2022
- Гусаров И.В., Фоменко П.А., Богатырева Е.В. (2018а). Система полноценного кормления КРС в Вологодской области // Сыроделие и маслоделие. № 4. С. 16–19.
- Гусаров И.В., Фоменко П.А., Богатырева Е.В., Шутова М.В. (2018b). Биохимическое исследование крови высокопродуктивных лактирующих коров в период раздоя в зависимости от системы содержания // Молочнохозяйственный вестник. № 3 (31). С. 16–23. DOI: 10.24411/2225-4269-2018-00017
- Гусаров И.В., Шутова М.В., Корельская Л.А., Смыслов В.М. (2021). Оценка биохимического статуса крови высокопродуктивных коров при разных способах содержания // Молочнохозяйственный вестник. № 4 (44). С. 34–47. DOI: 10.52231/2225-4269_2021_4_34
- Корельская Л.А. (2021). Содержание кальция в крови высокопродуктивных коров // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: мат-лы IV науч.-практ. конф. с междунар. участием, посв. 100-летию СЗНИИМЛПХ: в 2-х ч. С. 201–206.
- Корельская Л.А., Гусаров И.В., Обряева О.Д., Коломиец С.А. (2022). Содержание глюкозы в крови высокопродуктивных коров по периодам лактации и способам содержания как критерий оценки энергетического обмена // АгроЗооТехника. Т. 5. № 2. DOI: 10.15838/alt.2022.5.2.3

Выводы

В ходе исследования установлено, что при привязном способе содержания в период разгара лактации количество кальция, фосфора и кетоновых тел находится в пределах референсных значений, а глюкозы – ниже нормы на 14,2%. В период раздоя заметно уменьшение всех показателей, за исключением кальция. В сухостойный период незначительно понижены показатели содержания кальция, фосфора, кетоновых тел, а уровень глюкозы выше нормы на 6,1%. При роботизированном способе доения высокопродуктивных животных заметно увеличение уровня выше физиологических норм содержания фосфора, глюкозы, кетоновых тел. Кальций в пределах нормы. Значения всех показателей более высокие в сравнении с показателями при привязном содержании животных.

- Косолапов В.М., Чуйков В.А, Худякова Х.К., Косолапова В.Г. (2019). Минеральные элементы в кормах и методы их анализа: монография. Москва: ООО Угрешская типография. С. 272.
- Нога В.И., Савинова А.А. (2021). Основные особенности биохимического состава крови крупного рогатого скота // Инновационная наука. № 1. С. 142–146.
- Симакова А.И., Рожков А.А. (2023). Кетоз крупного рогатого скота // Инновационные идеи молодых – десятилетию науки и технологий: сб. мат-лов Междунар. науч.-практ. конф. Пенза. С. 477–480.
- Тяпугин Е.А., Маклахов А.В., Симонов Г.А. [и др.] (2016). Рацион и статус крови высокопродуктивных дойных коров в период затухания лактации // Тенденции развития молочного скотоводства в России: юбил. спецвып. науч. тр. СЗНИИМЛПХ, посв. 95-летию со дня образования института / ФГБНУ «Северо-Западный науч.-иссл. ин-т молочного и лугопастбищного хозяйства», ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. Вологда – Молочное. С. 69–73.

Сведения об авторах

Лариса Александровна Корельская – научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: larisa030976@mail.ru)

Любовь Петровна Соснина – лаборант, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: szniibiohim@mail.ru)

Светлана Анатольевна Коломиец – научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: lady.lana-2014@yandex.ru)

INDICATORS OF ENERGY AND MINERAL METABOLISM IN THE BLOOD OF HIGH-YIELDING COWS IN DIFFERENT PHYSIOLOGICAL PERIODS UNDER DIFFERENT TECHNOLOGIES

Korel'skaya L.A., Sosnina L.P., Kolomiets S.A.

We study the biochemical composition of blood serum of highly productive animals in the periods of milking, heat, fading of lactation, in the dry period, with the tethered method of housing and robotic method of milking in the conditions of the European North of the Russian Federation, with the production experiment in the conditions of the Vologda region, conducted on the basis of the agricultural enterprise PZK "Aurora" within the framework of the research project FMGZ-2022-0003. The main objective of the research is to study the dynamics of parameters of energy metabolism (glucose, ketone bodies) and mineral metabolism (calcium, phosphorus). In the course of the work, we found that the amount of calcium, phosphorus and ketone bodies in animals was normal in the period of peak lactation, but the level of glucose was lower than normal by 14.2%. During the milking period, we note a visible decrease in all indicators except calcium. The amount of calcium, phosphorus, ketone bodies was slightly lower, and glucose was 6.1% higher than normal during the dry period. The level of phosphorus, glucose and ketone

bodies is higher than reference values, calcium is within the normal range during robotic milking of cows. The values of all indicators are higher in comparison with tethered housing of animals. Analyzing the results of blood biochemistry of highly productive cows in different physiological cycles, it is possible to timely identify deviations in mineral and energy metabolism. Thus, the indicators obtained by biochemical analysis of cows' blood are of practical importance for preparation and adjustment of rations taking into account physiological needs of animals during the period of milking, heat, extinction of lactation and dry stool, for prevention of metabolic disorders and maintenance of productive health of high-yielding animals.

Blood, serum, energy metabolism, mineral metabolism, calcium, phosphorus, glucose, ketone bodies.

REFERENCES

- Amerkhanov Kh.A., Tyapugin E.A., Simonov G.A., Tyapugin S.E. (2011). *Effektivnost' vedeniya molochnogo skotovodstva v usloviyakh Evropeiskogo Severa Rossii: monografiya* [Efficiency of Dairy Cattle Breeding in the European North of Russia: Monograph]. Moscow: SZNIIMLPKh.
- Baginov B.O., Gomboeva O.A., Zhapov Zh.N., Baginova O.D. (2023). Dynamics of some biochemical indicators of cattle blood in connection with age, pregnancy and lactation. *Vestnik Buryatskoi gos. s.-kh. akademii im. V.R. Filippova*=*Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philoppov*, 4(73), 38–45. DOI: 10.34655/bgsha.2023.73.4.005 (in Russian).
- Bogatyreva E.V., Fomenko P.A. (2022). Biochemical blood status of cows when using beet molasses in the conditions of the Vologda region. *Sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*=*Agricultural Journal*, 4(15), 75–83. DOI: 10.25930/2687-1254/008.4.15.2022 (in Russian).
- Gusarov I.V., Fomenko P.A., Bogatyreva E.V. (2018a). The system of high-grade cattle feeding in the Vologda Oblast. *Syrodelie i maslodolie*=*Cheesemaking and Buttermaking*, 4, 16–19 (in Russian).
- Gusarov I.V., Fomenko P.A., Bogatyreva E.V., Shutova M.V. (2018b). Biochemical blood test in high-yielding lactating cows during the initial stage of lactation depending on the housing system. *Molochnokhozyaistvenny vestnik*, 3(31), 16–23. DOI: 10.24411/2225-4269-2018-00017 (in Russian).
- Gusarov I.V., Shutova M.V., Korel'skaya L.A., Smyslov V.M. (2021). Assessment of biochemical blood status of highly productive cows kept under different confinement conditions. *Molochnokhozyaistvenny vestnik*, 4(44), 34–47. DOI: 10.52231/2225-4269_2021_4_34 (in Russian).
- Korel'skaya L.A. (2021). Calcium content in the blood of high-yielding cows. In: *Agrarnaya nauka na sovremennom etape: sostoyanie, problemy, perspektivy: mat-ly IV nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, posv. 100-letiyu SZNIIMLPKh: v 2-kh ch.* [Agrarian Science at the Present Stage: State, Problems, Prospects: materials of 4th Scientific-Practical Conference with International Participation. 100th anniversary of NDFGMRI: in 2 Parts] (in Russian).
- Korel'skaya L.A., Gusarov I.V., Obryaeva O.D., Kolomiets S.A. (2022). Glucose content in the blood of highly productive cattle by lactation periods and housing methods as a criterion for assessing energy metabolism. *AgroZooTekhnika*=*Agricultural and Lifestock Technology*, 5(2). DOI: 10.15838/alt.2022.5.2.3 (in Russian).
- Kosolapov V.M., Chuikov V.A., Khudyakova Kh.K., Kosolapova V.G. (2019). *Mineral'nye elementy v kormakh i metody ikh analiza: monografiya* [Mineral Elements in Forages and Methods of Their Analysis: Monograph]. Moscow: OOO Ugreshskaya tipografiya.
- Noga V.I., Savinova A.A. (2021). Main features of biochemical composition of blood of cattle. *Innovatsionnaya nauka*, 1, 142–146 (in Russian).
- Simakova A.I., Rozhkov A.A. (2023). Bovine ketosis. In: *Innovatsionnye idei molodykh – desyatiletuyu nauki i tekhnologii: sb. mat-lov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Innovative Ideas of Young People – the Decade of Science and Technology: Collection of Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Penza (in Russian).
- Tyapugin E.A., Maklakhov A.V., Simonov G.A. et al. (2016). Diet and blood status of high-yielding dairy cows during fading lactation. In: *Tendentsii razvitiya molochnogo skotovodstva v Rossii: yubil. spetsvyp.*

nauch. tr. SZNIIMLPKh, posv. 95-letiyu so dnya obrazovaniya instituta [Trends in the Development of Dairy Cattle Breeding in Russia: Jubilee Special Issue of Scientific Papers of the North-West Research Institute of Dairy and Meadow Pasture Farming. 95th Anniversary of the Institute]. Vologda – Molochnoe (in Russian).

Information about the authors

Larisa A. Korel'skaya – Researcher, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Vologda, Molochnoe Rural Settlement, 160555, Russian Federation; e-mail: larisa030976@mail.ru)

Lyubov' P. Sosnina – Laboratory Assistant, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Vologda, Molochnoe Rural Settlement, 160555, Russian Federation; e-mail: szniibiohim@mail.ru)

Svetlana A. Kolomiets – Researcher, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Vologda, Molochnoe Rural Settlement, 160555, Russian Federation; e-mail: lady.lana-2014@yandex.ru)

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПАСТБИЦНЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ

© Прядильщикова Е.Н.,
Вахрушева В.В., Чернышева О.О.



Елена Николаевна Прядильщикова

Вологодский научный центр Российской академии наук
Вологда, Российская Федерация
e-mail: lenka2305@mail.ru
ORCID: 0000-0002-7410-2013



Вера Викторовна Вахрушева

Вологодский научный центр Российской академии наук
Вологда, Российская Федерация
e-mail: vvesnina@mail.ru
ORCID: 0000-0002-6331-8812



Ольга Олеговна Чернышева

Вологодский научный центр Российской академии наук
Вологда, Российская Федерация
e-mail: olechkaaronova@gmail.com
ORCID: 0000-0001-6576-0420

В статье дано описание научной работы за 2022–2023 годы по вопросу создания пастбищ, сформированных на основе многолетних злаковых и бобовых трав. Исследования выполнены на опытном поле СЗНИИМЛПХ – обособленного подразделения ФГБУН ВолНИЦ РАН, расположенном в д. Дитятьево Вологодского района. Целью исследований стало изучение влияния минеральных удобрений и микробиологических препаратов на продуктивность многолетних трав пастбищного использования. Актуальность исследований вызвана потребностью увеличения производства высокопитательных кормов и поддержания удовлетворительного фитосанитарного состояния посевов средствами (микробиологическими препаратами), позволяющими получать экологически безопасную продукцию с сохранением плодородия почв. В условиях полевого опыта изучались пастбищные агрофитоценозы, созданные на основе фестулолиума Аллегро, тимофеевки луговой Ленинградская 204, овсяницы луговой Свердловская 37, мятлика лугового Балин, клевера белого Мерлин, на разных фонах: с применением минеральных удобрений в дозах $N_{90}P_{60}K_{90}$, $N_{120}P_{60}K_{90}$, $N_{150}P_{60}K_{90}$, с модификацией минеральных удобрений микробиологическим препаратом, основу которого составляет грамположительная спорообразующая бактерия *Bacillus subtilis* штамм Ч-13, обработкой трав после скашивания по листу жидким микробиологическим удобрением на основе того же штамма. Проведенные в регионе исследования показали перспективность использования многолетних злаковых и бобовых трав с применением минеральных удобрений и микро-

биологических препаратов для формирования пастбищных агрофитоценозов, которые за второй год жизни имели высокую сохранность ценных сеяных видов в травостое, позволили обеспечить получение 9,13–11,03 т/га сухого вещества, 92,65–111,62 ГДж обменной энергии, 0,9–1,2 т/га переваримого протеина, 7,51–9,04 тысяч кормовых единиц. Наиболее высокопродуктивными являются многокомпонентные злаковые травосмеси пастбищного использования с модификацией минеральных удобрений микробиологическим препаратом.

Минеральные удобрения, продуктивность, пастбищное использование, биопрепараты, многолетние травы.

Благодарность

Статья подготовлена в рамках государственного задания № FMGZ-2022-0003.

Введение

Приоритетной целью, стоящей перед сельскохозяйственным сегментом в настоящий момент, является создание прочной кормовой базы, которая подразумевает правильно организованное кормопроизводство, обеспечивающее полноценное и стабильное кормление животных (Прядильщикова и др., 2022; Вахрушева, 2023; Галиуллин, Калинин, 2023; Гольдварг, Цаган-Манджиев, 2024). Следует эффективно использовать естественные кормовые угодья, так как сенокосы и пастбища обеспечивают важную часть кормового баланса, увеличивают продуктивность агрофитоценозов, создают предпосылки к биологизированной системе земледелия и являются резервом увеличения производства животноводческой продукции при низких производственных затратах (Золотарев, Переправо, 2016; Ханбабаев, 2020).

Пастбище – довольно большой и разнообразный земельный ресурс, занимает более половины поверхности суши в мире. Пастбищный корм по своим питательным и биологическим свойствам самый полноценный, так как содержит в достаточном количестве протеин, углеводы, витамины, минеральные вещества, благодаря чему оказывает положительное влияние на здоровье и продуктивность животных. За счет быстрого развития и интенсивного

набора зеленой массы многолетние травы являются основным источником зеленого корма, заготовки сена, сенажа, травяной муки. Используя адаптированные многолетние бобовые и злаковые травы, их смеси, оптимизированные способы и условия посева, нормы высева, способы ухода и рационально применяя травосмеси, можно повысить качество кормов и их разнообразие без привлечения значительных денежных средств. Травосмеси имеют ряд преимуществ перед чистыми посевами. Густота стояния побегов и количество корней у травосмесей всегда больше, чем у одновидовых сообществ, благодаря чему они используют свет, воду и питательные вещества полнее, за счет этого формируя высокий урожай зеленой массы. Кроме того, густота травостоя препятствует внедрению в него сорных растений (Белюченко, 2017; Ишакаева, Шляхов, 2023; Образцов, Кадыров, 2023; Шаманин, Попова, 2023; Boval, Dixon, 2012).

Многолетним бобовым и бобово-злаковым травостоям свойственна важная роль не только в повышении урожайности культур и обеспечении животных кормом, но и вовлечении атмосферного азота в агроценоз. Использование биологического азота – ключевой прием экологизации сельскохозяйственного производства, его приближения к стандартам современного биодинамического земледелия. В луговых

агрофитоценозах бобовые травы могут передавать злакам до 34% фиксированного азота. А в жизни агроэкосистемы многолетние бобово-злаковые травы играют средообразующую роль (Соколов и др. 2020; Karlov et al, 2021).

Более разумным решением вопроса, касающегося создания кормовой базы, является использование многолетних злаковых трав, которые характеризуются высоким уровнем адаптации, ускоренным ростом и развитием, способностью к интенсивному наращиванию зеленой массы. Это ценный источник корма с высоким содержанием обменной энергии, незаменимых аминокислот и минеральных веществ. Но, когда большую часть в составе пастбищ занимают злаковые виды, нехватка удобрений ведет к деградации плодородия почв и растительности. Для обеспечения высокого уровня продуктивности и увеличения производства кормов одними из условий выступают систематическое внесение минеральных удобрений и улучшение водного режима. Так как злаковые травы испытывают наибольшую потребность в азоте, нужно улучшить азотное питание. Азотные удобрения имеют особое значение на высокопродуктивных (5–6 тыс. кормовых единиц с 1 га и более) пастбищах и сенокосах со злаковыми травостоями. В сравнении с внесением азотных удобрений всей нормы в один прием при дробном внесении достигается равномерное отрастание травы и на 20–25% повышается урожай (Харкевич и др., 2013; Чесалин и др., 2015; Прядильщикова и др., 2023; Трофимов, 2023).

За последнее время в земледелии практически по всему миру было распространено использование минеральных удобрений с повышением их сбалансированности. Нет сомнений в том, что агрохимикаты будут продолжать играть важную роль в увеличении продуктивности сельского хозяйства. Исходя из этого, сейчас

задача состоит не в том, чтобы отменить «всю химию», а в том, чтобы рационально сочетать техногенные и природные источники продуктивности сельскохозяйственных культур (Смуров и др., 2016).

Исследования, проведенные в различных климатических зонах, показывают, что для получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур требуется не только селекция растений, создание и внедрение в сельскохозяйственное производство новых высокопродуктивных сортов, но и эффективное использование минеральных и органических удобрений, средств защиты растений, современных стимуляторов роста и перспективных микробиологических препаратов.

Многие авторы к одним из наиболее надежных для микробиологических препаратов относят представителей рода *Bacillus*, способных как стимулировать рост и развитие растений, так и повышать иммунитет растений за счет синтеза липопротеидов, этилена, полиаминов и веществ гормонального происхождения (Avdeenko et al., 2020).

В опытах А.В. Платонова, И.И. Рассохиной, Г.Ю. Лаптева представлены результаты изучения влияния биопрепаратов, созданных на основе живых штаммов микроорганизмов *Bacillus subtilis* («Натурост»), *Lactobacillus buchneri* («Натурост-Актив») и *Bacillus megaterium* («Натурост-М»), на продуктивность и питательную ценность клеверо-тимофеечной смеси. Действие биопрепаратов увеличивало выход зеленой и сухой массы клеверо-тимофеечной травосмеси на 16,8–32,6 и 20,8–29,8% соответственно в зависимости от используемого биопрепарата, укоса и года исследования. Питательность клеверо-тимофеечной смеси ощутимо изменялась по годам исследования, однако в целом действие биопрепаратов способствовало некоторому увеличению содержания кормовых

единиц и обменной энергии травсмеси (Рассохина и др., 2023).

Цель наших исследований заключалась в изучении влияния минеральных удобрений и микробиологических препаратов на продуктивность многолетних бобово-злаковых трав пастбищного использования.

В соответствии с целью были поставлены и выполнены следующие задачи:

- заложен полевой опыт с многолетними травами пастбищного использования;
- проведены запланированные фенологические наблюдения, учеты урожайности;
- изучено влияние различных доз минеральных удобрений и микробиологических препаратов на продуктивность пастбищных агрофитоценозов.

Актуальность исследований вызвана потребностью увеличения производства высокопитательных кормов и поддержания удовлетворительного фитосанитарного состояния посевов средствами (микробиологическими препаратами), позволяющими получать экологически безопасную продукцию с сохранением плодородия почв.

Научная новизна исследований сводилась к тому, что в условиях Европейского Севера РФ было проанализировано влияние различных доз минеральных удобрений и микробиологических препаратов на пастбищные агрофитоценозы. Практическая значимость определяется возможностью создания травостоев с повышенной продуктивностью при применении различных доз минеральных удобрений и микробиологических препаратов.

Материал и методы исследований

Объект исследований – многолетние травы (тимофеевка луговая, овсяница луговая, мятлик луговой, фестулолиум, клевер ползучий). Предмет исследований – влияние различных доз минеральных удобрений и микробиологических препаратов на

продуктивность, питательную ценность и ботанический состав пастбищных агрофитоценозов.

Полевой опыт проводился в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. Система обработки почвы общепринятая для региона. В опыте применялись минеральные удобрения в виде диаммофоски, аммиачной селитры, хлористого калия. В течение вегетационного периода (не реже 1 раза в декаду) осуществлялись фенологические наблюдения (определение фаз развития растений), замер высоты травостоя. Уход во время опыта заключался в поддержании дорожек и деленок в чистом от сорняков виде.

Использование травостоя осуществлялось по принципу среднего загона (фаза кущения – начало выхода в трубку злаковых трав), во второй год жизни проведено 4 цикла имитации стравливания травостоя (методом скашивания). При учете урожая отбирались образцы зеленой массы, их биохимический состав и качество анализировались в лаборатории химического анализа ЦКП Северо-Западного НИИ молочного и лугопастбищного хозяйства имени А.С. Емельянова на содержание сырого протеина, жира, клетчатки. Ботанический состав травостоя с учетом участия ценных (сеяных) видов, степени засоренности и внедрения дикорастущих видов определялся общепринятым методом весового анализа. Обработка данных по урожайности проводилась методом дисперсионного анализа и с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты исследований

Важными направлениями в исследованиях по луговому кормопроизводству считаются вопросы создания, улучшения и использования культурных пастбищ.

В мае 2022 года была проведена закладка научного опыта на поле СЗНИИМЛПХ – обо-

собленного подразделения ФГБУН ВолНИЦ РАН, расположенном в д. Дитятьево Вологодского района. Почва опытного участка осушенная, дерново-подзолистая, легкосуглинистая, среднекультуренная. Количество вариантов в опыте – 14, повторность трехкратная. Площадь делянки – 12 м². В условиях полевого опыта изучались пастбищные фитоценозы, созданные на основе фестулолиума Аллегро, тимофеевки луговой Ленинградская 204, овсяницы луговой Свердловская 37, мятлика лугового Балин, клевера белого Мерлин (табл. 1).

Перед посевом вносились минеральные удобрения в стартовой дозе N₄₅P₆₀K₉₀. Под злаковый травостой первого и пятого ва-

риантов минеральные удобрения не вносились.

Во второй год жизни травостоев внесение азота в вариантах 2–4, 6–11 проведено в несколько этапов и в различных дозах:

– во 2, 6, 9 вариантах весной вносили N₄₀ кг/га д.в., после первого и второго цикла использования по N₂₅ кг/га д.в.;

– в 3, 7, 10 вариантах весной вносили N₆₀ кг/га д.в., после первого и второго цикла использования по N₃₀ кг/га д.в.;

– в 4, 8, 11 вариантах весной вносили N₈₀ кг/га д.в., после первого и второго цикла использования по N₃₅ кг/га д.в.

В 12–14 вариантах внесение азота было проведено в два этапа: весной N₂₀ кг/га д.в.

Таблица 1. Схема опыта

Культура (норма высева)	Дозы удобрений	Микробиологический препарат
1. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	-	-
2. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2) (контроль)	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	-
3. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	-
4. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₉₀	-
5. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	-	Бисолби-Т
6. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	Бисолби-Т
7. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	Бисолби-Т
8. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₉₀	Бисолби-Т
9. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	Экстрасол
10. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	Экстрасол
11. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₉₀	Экстрасол
12. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2) + клевер ползучий (4)	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	-
13. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2) + клевер ползучий (4)	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	Бисолби-Т
14. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимофеевка луговая (8) + мятлик луговой (2) + клевер ползучий (4)	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	Экстрасол

Источник: данные авторов.

и после первого цикла использования N_{25} кг/га д.в.

Согласно схеме опыта на вариантах 5–8 и 13 проведена сухая инокуляция семян в год посева, а на вариантах 6–8 и 13 – модификация минеральных удобрений микробиологическим препаратом Бисолби (Т), основу которого составляет грамположительная спорообразующая бактерия *Bacillus subtilis* штамм Ч-13. На вариантах 9–11 и 14 проводилась обработка после скашивания по листу экстраасолом – жидким микробиологическим удобрением на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13.

Следует отметить, что погодные условия в каждый год имели свои особенности. В мае 2022 года они отличались избытком выпав-

ших осадков и недостаточной теплообеспеченностью (ночные температуры доходили до 0 °С). Июнь – июль также характеризовались избытком осадков с невысокими ночными температурами. Август был очень жаркий (температуры превышали 30 °С) с минимальным количеством выпавших атмосферных осадков.

Во 2-й и 3-й декадах апреля 2023 года во время формирования зеленой массы для 1-го цикла дневные температуры поднимались выше +10 °С с небольшим количеством выпавших осадков. Май выделялся достаточной теплообеспеченностью с редкими осадками. Июнь характеризовался недостатком осадков и невысокими ночными температурами. Во второй декаде июля

Таблица 2. Ботанический состав пастбищных агрофитоценозов первого и второго годов жизни, %

Вариант	Первый год жизни		Второй год жизни	
	злаковые	бобовые	злаковые	бобовые
1. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой (без удобрений)	59	-	89,2	-
2. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой (контроль) N_{90}	66	-	94,7	-
3. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой N_{120}	69	-	94,7	-
4. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой N_{150}	74	-	94,9	-
5. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой Бисолби-Т	65	-	89,7	-
6. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой N_{90} + Бисолби-Т	72	-	95,0	-
7. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой N_{120} + Бисолби-Т	75	-	95,2	-
8. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой N_{150} + Бисолби-Т	74	-	95,3	-
9. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой N_{90} + Экстрасол	68	-	94,4	-
10. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой N_{120} + Экстрасол	74	-	94,8	-
11. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой N_{150} + Экстрасол	72	-	94,7	-
12. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой + клевер ползучий N_{45}	41	44	52,3	43,1
13. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой + клевер ползучий N_{45} + Бисолби-Т	46	41	52,1	43,4
14. Фестулолиум + овсяница луговая + тимopheевка луговая + мятлик луговой + клевер ползучий N_{45} + Экстрасол	43	45	51,9	43,2

Источник: данные авторов.

дневная температура не превышала +20 °С. Половина августа была довольно жаркой (температуры превышали 30 °С) с недостаточным количеством выпадающих атмосферных осадков, а третья декада августа сопровождалась низкими ночными температурами.

Важным показателем сохранности смешанного агрофитоценоза является его видовой состав (табл. 2).

Пастбищные травостой первого года жизни характеризовались высоким содержанием сеяных видов трав до 88%. В травосмесях с клевером (вар. 12–14) доля бобовых видов была на уровне 41–45%. Во второй год жизни во всех вариантах преобладали злаковые виды трав (от 51,9 до 95,5%). В бобово-злаковых травостоях содержание клевера белого составляло 43,1–43,4%.

Содержание сухого вещества – основной показатель, характеризующий полноценность корма (табл. 3).

Многолетние культуры, как правило, в первый год жизни несколько ограничены в развитии и отличаются низкой продуктивностью зеленой массы, поэтому скашивание проводилось 1 раз. В первый год жизни по урожайности все злаковые травостои при внесении удобрения сформировали биомассу на уровне контроля. Более урожайными (1,82–2,36 т/га СВ) были бобово-злаковые травосмеси.

Текущий уровень кормопроизводства предполагает интенсивное использование многолетних трав, которые реализуют свой потенциал со второго года жизни, поэтому за вегетационный период проводится около четырех учетов зеленой массы.

Во второй год жизни по урожайности сухого вещества достоверно превысили контроль все злаковые травосмеси с применением удобрений и микробиологических препаратов. В сумме за сезон урожайность составила на злаковом травостое при вне-

Таблица 3. Урожайность сухого вещества, т/га

Вариант	1-й год жизни	2-й год жизни				
	1 учет	1 учет	2 учет	3 учет	4 учет	за сезон
1. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик (без удобрений)	0,87	1,03	0,77	0,40	0,35	2,55
2. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик (контроль) N ₉₀	0,95	2,81	3,63	1,93	0,79	9,16
3. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₂₀	1,00	3,03	3,75	2,17	1,04	9,99
4. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₅₀	0,98	3,03	3,61	2,52	1,11	10,27
5. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик Бисолби-Т	0,92	1,14	0,89	0,50	0,57	3,10
6. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₉₀ + Бисолби-Т	0,97	3,27	3,74	1,72	1,15	9,88
7. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₂₀ + Бисолби-Т	1,11	3,36	3,94	2,16	1,23	10,69
8. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₅₀ + Бисолби-Т	1,08	3,37	4,08	2,40	1,18	11,03
9. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₉₀ + Экстрасол	1,06	3,17	3,74	1,96	1,11	9,98
10. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₂₀ + Экстрасол	1,22	3,27	3,93	2,16	1,31	10,67
11. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₅₀ + Экстрасол	1,13	3,28	3,52	2,27	1,25	10,32
12. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий N ₄₅	2,16	2,68	3,81	1,83	1,31	9,63
13. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий N ₄₅ + Бисолби-Т	2,36	2,70	3,64	1,94	1,39	9,67
14. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий N ₄₅ + Экстрасол	1,82	2,73	3,63	1,81	0,96	9,13
НСР ₀₅	0,40	0,24	0,30	0,16	0,06	0,70

Источник: данные авторов.

сении минеральных удобрений 9,16–10,27 т СВ, с применением удобрений и обработкой Бисолби-Т увеличилась до 9,88–11,03 т СВ, а при использовании удобрения и Экстрасола была 9,98–10,67 т СВ. Урожайность бобово-злаковых травостоев незначительно отличалась от показателей контрольного варианта и находилась в пределах 9,13–9,67 т/га. На формирование урожайности исследуемых травосмесей большое влияние оказали погодные условия, применение удобрений и микробиологических препаратов, о чем свидетельствуют ее колебания.

Помимо урожайности травостои характеризуются разными значениями основных показателей продуктивности, таких

как обменная энергия, переваримый протеин, кормовые единицы с 1 гектара.

По обменной энергии в 2022 году практически у всех злаковых наблюдались незначительные отличия от контрольного варианта. Бобово-злаковые травосмеси превосходили контроль по ОЭ чуть больше чем в 2 раза (табл. 4).

Бобово-злаковые травосмеси за сезон 2023 года превосходили контрольный вариант по обменной энергии на 3–8%. Показатель общей обменной энергии за сезон у злаковых травостоев при внесении минеральных удобрений составил 92,65–103,84 ГДж. Применение удобрений и добавление микробиологических препаратов Бисолби-Т и Экстрасол обе-

Таблица 4. Выход обменной энергии, ГДж/га

Вариант	1-й год жизни	2-й год жизни				
	1 учет	1 учет	2 учет	3 учет	4 учет	за сезон
1. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик (без удобрений)	8,60	10,69	7,20	4,00	3,34	25,23
2. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик (контроль) N ₉₀	9,49	28,91	36,69	19,82	7,23	92,65
3. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₂₀	9,80	30,76	37,24	21,83	9,61	99,44
4. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₅₀	9,65	31,03	36,22	26,00	10,59	103,84
5. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик Бисолби-Т	9,12	11,82	8,37	4,97	5,33	30,49
6. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₉₀ + Бисолби-Т	9,75	32,46	38,04	17,87	11,03	99,4
7. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₂₀ + Бисолби-Т	11,30	34,36	40,46	22,18	11,83	108,83
8. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₅₀ + Бисолби-Т	10,91	34,67	40,63	24,87	11,45	111,62
9. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₉₀ + Экстрасол	10,87	32,25	37,92	20,20	10,35	100,72
10. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₂₀ + Экстрасол	12,27	33,41	39,59	22,39	12,41	107,8
11. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₅₀ + Экстрасол	11,36	33,90	35,43	23,70	11,97	105
12. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий N ₄₅	22,56	28,31	38,92	19,48	13,24	99,95
13. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий N ₄₅ + Бисолби-Т	25,46	28,39	37,59	19,83	13,91	99,72
14. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий N ₄₅ + Экстрасол	19,50	28,89	37,86	18,92	10,00	95,67

Источник: данные авторов.

Таблица 5. Содержание переваримого протеина, т/га

Вариант	1-й год жизни	2-й год жизни				
	1 учет	1 учет	2 учет	3 учет	4 учет	за сезон
1. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик (без удобрений)	0,08	0,04	0,05	0,03	0,03	0,15
2. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик (контроль) N ₉₀	0,09	0,45	0,30	0,15	0,06	0,96
3. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₂₀	0,07	0,45	0,30	0,19	0,08	1,02
4. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₅₀	0,09	0,44	0,29	0,23	0,10	1,06
5. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик Бисолби-Т	0,08	0,06	0,05	0,03	0,05	0,19
6. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₉₀ + Бисолби-Т	0,09	0,31	0,31	0,17	0,11	0,9
7. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₂₀ + Бисолби-Т	0,10	0,40	0,33	0,22	0,11	1,06
8. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₅₀ + Бисолби-Т	0,09	0,47	0,35	0,25	0,13	1,2
9. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₉₀ + Экстрасол	0,07	0,43	0,29	0,14	0,09	0,95
10. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₂₀ + Экстрасол	0,10	0,38	0,32	0,21	0,10	1,01
11. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₅₀ + Экстрасол	0,08	0,46	0,29	0,25	0,12	1,12
12. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий N ₄₅	0,23	0,36	0,33	0,17	0,17	1,03
13. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий N ₄₅ + Бисолби-Т	0,30	0,28	0,33	0,13	0,16	0,9
14. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий N ₄₅ + Экстрасол	0,22	0,32	0,34	0,15	0,12	0,93

Источник: данные авторов.

спечили 99,40–111,62 и 100,72–107,80 ГДж соответственно.

Не менее значительным показателем продуктивности является содержание переваримого протеина (табл. 5).

Полученные результаты свидетельствуют, что выход переваримого протеина различается по циклам использования. Как в первый, так и во второй год жизни применение удобрений и микробиологических препаратов на злаковых травостоях незначительно изменяет общий выход протеина. В 2023 году он находился в пределах 0,9–1,2 т/га.

Практически аналогичная ситуация в сравнении с обменной энергией и переваримым протеином просматривается за два года жизни травостоев по сбору кормовых единиц (табл. 6).

Оценка суммарного выхода кормовых единиц в 2023 году показывает, что у злаковых травостоев при внесении удобрений он составлял 7,51–8,4 тыс. к. ед., применение удобрений и микробиологического препарата Бисолби-Т увеличивало их количество до 8,0–9,04 тыс., при внесении удобрения и обработке Экстрасолом он находился в пределах 8,14–8,71 тыс. Отличия по содержанию кормовых единиц (8,04–8,3 тыс.) с контрольным вариантом наблюдались у бобово-злаковых травостоев.

Злаковые травостои из фестулолиума, овсяницы, тимофеевки и мятлика лугового без внесения удобрений (1 вар.) и при внесении только Бисолби-Т (5 вар.) уступали контролю по всем показателям продуктивности.

Таблица 6. Содержание кормовых единиц, тыс./га

Вариант	1-й год жизни	2-й год жизни				
	1 учет	1 учет	2 учет	3 учет	4 учет	За сезон
1. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик (без удобрений)	0,68	0,89	0,54	0,32	0,25	2,00
2. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик (контроль) N ₉₀	0,76	2,38	2,97	1,63	0,53	7,51
3. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₂₀	0,77	2,50	2,96	1,76	0,71	7,93
4. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₅₀	0,76	2,54	2,90	2,15	0,81	8,4
5. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик Бисолби-Т	0,72	0,98	0,63	0,40	0,40	2,41
6. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₉₀ + Бисолби-Т	0,79	2,58	3,09	1,48	0,85	8
7. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₂₀ + Бисолби-Т	0,92	2,81	3,32	1,82	0,91	8,86
8. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₅₀ + Бисолби-Т	0,88	2,86	3,23	2,06	0,89	9,04
9. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₉₀ + Экстрасол	0,89	2,62	3,08	1,67	0,77	8,14
10. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₂₀ + Экстрасол	0,98	2,73	3,19	1,85	0,94	8,71
11. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик N ₁₅₀ + Экстрасол	0,91	2,80	2,85	1,98	0,92	8,55
12. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий N ₄₅	1,89	2,39	3,18	1,66	1,07	8,30
13. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий N ₄₅ + Бисолби-Т	2,19	2,39	3,10	1,62	1,11	8,22
14. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий N ₄₅ + Экстрасол	1,67	2,45	3,16	1,59	0,84	8,04

Источник: данные авторов.

Выводы

Проведенные в Вологодской области исследования показали перспективность использования многолетних злаковых и бобовых трав (timoфеевки луговой, овсяницы луговой, мятлика лугового, фестулолиума, клевера ползучего) с применением минеральных удобрений и микробиологических препаратов для формирования пастбищных агрофитоценозов, которые за второй год жизни имели высокую сохранность ценных сеяных видов в травостое, позволили обеспечить получение 9,13–11,03 т/га СВ, 92,65–111,62 ГДж обменной энергии, 0,9–1,2 т/га переваримого протеина, 7,51–9,04 тыс. кормовых

единиц. Наиболее высокопродуктивными являются многокомпонентные злаковые травосмеси пастбищного использования при внесении минерального удобрения и применении микробиологического препарата.

Научная роль авторов исследования заключается в изучении влияния минеральных удобрений и микробиологических препаратов на продуктивность, видовой состав пастбищных агрофитоценозов. Показатели научной работы в практическом плане будут благоприятствовать созданию устойчивой кормовой базы с помощью конструирования и эксплуатации культурных пастбищ, важным пара-

метром которых становится получение максимальной экологически безопасной продукции, положительно воздействующей на состояние здоровья скота и способствующей экономически эффективному развитию молочного животноводства.

ЛИТЕРАТУРА

- Белюченко И.С. (2017). Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта. Краснодар: Кубанский гос. аграрн. ун-т им. И.Т. Трубилина. 349 с.
- Вахрушева В.В. (2023). Продуктивность и питательность капусты кормовой «мозговая зеленая Вологодская» в условиях Вологодской области // *АгроЗооТехника*. Т. 6. № 3. DOI: 10.15838/alt.2023.6.3.4
- Галиуллин А.А., Калинин Е.А. (2023). Продуктивность фестулолиума в условиях лесостепи Среднего Поволжья // *Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: сб. статей IV Междунар. науч.-практ. конф. в рамках V науч.-практ. форума*. Пенза: Пензенский гос. аграрн. ун-т. С. 191–195.
- Гольдварг Б.А., Цаган-Манджиев Н.Л. (2024). Кормовая база – основа развития мясного скотоводства в Республике Калмыкия // *Международный научно-исследовательский журнал*. № 1 (139). DOI: 10.23670/IRJ.2024.139.17
- Золотарев В.Н., Переpravо Н.И. (2016). Семеноводство многолетних трав как основа повышения эффективности кормопроизводства в Волго-Вятском регионе и Удмуртской Республике // *Разработка и внедрение почвозащитных энергосберегающих технологий – основной путь повышения рентабельности и экологической безопасности растениеводства на современном этапе: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием*. Ижевск: Ижевская гос. с.-х. академия. С. 71–77.
- Ишакаева М.К., Шляхов В.А. (2023). Многолетние травы для создания многолетних агроценозов Северного Прикаспия // *Прикаспийский междунар. молодежн. науч. форум агропромтехнологий и продовол. безопасности – 2023: мат-лы форума*. Астрахань: Астраханский гос. ун-т им. В.Н. Татищева». С. 179–181.
- Образцов В.Н., Кадыров С.В. (2023). Пастбищные агрофитоценозы как поглотители углерода // *Современные достижения и перспективы развития агрономической науки: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посв. Десятилетию науки и технологий в Российской Федерации*. Воронеж: Воронежский гос. аграрн. ун-т им. Императора Петра I. С. 47–52.
- Прядильщикова Е.Н., Вахрушева В.В., Чернышева О.О. (2022). Многолетние травы пастбищного использования для адаптивного кормопроизводства Вологодской области // *АгроЗооТехника*. Т. 5. № 4. DOI: 10.15838/alt.2022.5.4.1
- Прядильщикова Е.Н., Вахрушева В.В., Чернышева О.О. (2023). Продуктивность и питательность многолетних трав пастбищного использования в условиях Вологодской области // *Аграрный вестник Нечерноземья*. № 2 (10). С. 6–13. DOI: 10.52025/2712-8679_2023_02_6
- Рассохина И.И., Платонов А.В., Лаптев Г.Ю., Черникова Н.В. (2023). Продуктивность клеверотимофеечной травосмеси при использовании микробиологических препаратов // *Аграрный научный журнал*. № 1. С. 41–47. DOI: 10.28983/asj.y2023i1pp41-47
- Смуров С.И., Зюба С.Н., Григоров О.В., Гапиенко О.В. (2016). Влияние различных видов удобрений на урожайность и качественные показатели полевых культур // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. № 4 (12). С. 113–118.
- Соколов О.А., Завалин А.А., Шмырева Н.Я., Черников В.А. (2020). Экологическая устойчивость многолетних бобово-злаковых трав второго года жизни в эрозионном агроландшафте // *Проблемы агрохимии и экологии*. № 1. С. 3–7. DOI: 10.26178/AE.2020.2019.4.010
- Трофимов И.А. (2023). Приоритетные векторы управления пастбищами в Центральном районе России // *Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства: мат-лы VI Междунар. науч.-практ. конф.: в 7 т. Макеевка: Донбасская аграрная академия*. С. 118–122.

- Ханбабаев Т.Г. (2020). Организация рационального использования естественных кормовых угодий в Дагестане // *Сельскохозяйственный журнал*. № 5 (13). С. 48–54. DOI: 10.25930/2687-1254/008.5.13.2020
- Харкевич Л.П., Белоус Н.М., Смольский Е.В., Чесалин С.Ф. (2013). Воздействие агротехнических и агрохимических мероприятий на урожайность многолетних трав и плодородие почвы // *Плодородие*. № 4. С. 25–27.
- Чесалин С.Ф., Смольский Е.В., Бокатуро Н.Н., Агешин А.Г. (2015). Влияние азотных удобрений на урожайность и содержание ¹³⁷Cs в многолетних травах пойменных угодий // *Вестник Брянской гос. с.-х. академии*. № 4. С. 3–8.
- Шаманин А.А., Попова Л.А. (2023). Двухукосное использование многолетних кормовых агроценозов в условиях северных регионов России // *Аграрный вестник Урала*. Т. 23. № 10. С. 22–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-22-33
- Avdeenko A., Avdeenko S., Domatskiy V., Platonov A. (2020). *Bacillus subtilis* based products as an alternative to agrochemicals. *Research on Crops*, 21 (1), 156–159.
- Boval M., Dixon R.M. (2012). The importance of grasslands for animal production and other functions: A review on management and methodological progress in the tropics. *Animal*, 6 (5), 748–762.
- Karlov D., Sazanova A., Kuznetsova I. [et al.] (2021). Rhizobial isolates in active layer samples of permafrost soil of Spitsbergen, Arctic. *Biological Communications*, 66 (1), 73–82. DOI: 10.21638/spbu03.2021.109

Сведения об авторах

Елена Николаевна Прядильщикова – старший научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: lenka2305@mail.ru)

Вера Викторовна Вахрушева – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: vvesnina@mail.ru)

Ольга Олеговна Чернышева – младший научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: olechkaaronova@gmail.com)

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AND BIOPREPARATIONS ON PRODUCTIVITY INDICATORS OF PASTURE AGROPHYTOCENOSES

Pryadil'shchikova E.N., Vakhrusheva V.V., Chernysheva O.O.

The article describes the scientific work for 2022–2023 on the issue of creating pastures formed on the basis of perennial cereal and legume grasses. The research was carried out at the experimental field of the Northwestern Dairy Farming and Grassland Management Research Institute – a separate subdivision of Vologda Research Center of RAS, located in the village of Dityatyev, Vologda District. The aim of the research is to study the effect of mineral fertilizers and microbiological preparations on the productivity of perennial grasses of pasture use. The relevance of the paper is caused by the need to increase the production

of highly nutritious forages and to maintain a satisfactory phytosanitary condition of crops by means (microbiological preparations) that allow to obtain environmentally safe products with preservation of soil fertility. We studied pasture agrophytocenoses created on the basis of festulolium Allegro, timotheevka meadow Leningradskaya 204, meadow fescue Sverdlovskaya 37, meadow bluegrass Balin, white clover Merlin, on different backgrounds in the conditions of the field experiment: with application of mineral fertilizers in doses N90P60K90, N120P60K90, N150P60K90, with modification of mineral fertilizers with microbiological preparation, the basis of which is Gram-positive spore-forming bacterium Bacillus subtilis strain Ch-13, treatment of grasses after mowing by leaf with liquid microbiological fertilizer based on the same strain. The researches carried out in the region have shown the perspectivity of using perennial cereal and leguminous grasses with application of mineral fertilizers and microbiological preparations for formation of pasture agrophytocenoses, which for the second year of life had high conservation of valuable seedling species in the herbage, allowed providing obtaining 9,13–11,03 t/ha of dry matter, 92,65–111,62 GJ of exchangeable energy, 0,9–1,2 t/ha of digestible protein, 7,51–9,04 thousand fodder units. The most highly productive are multicomponent cereal grass mixtures of pasture use with modification of mineral fertilizers with microbiological preparation.

Mineral fertilizers, productivity, pasture use, biopreparations, perennial grasses.

REFERENCES

- Avdeenko A., Avdeenko S., Domatskiy V., Platonov A. (2020). Bacillus subtilis based products as an alternative to agrochemicals. *Research on Crops*, 21(1), 156–159.
- Belyuchenko I.S. (2017). *Osobennosti razvitiya sovmeshchennykh posevov v sisteme agrolandshafta* [Peculiarities of Development of Combined Crops in the Agro-Landscape System]. Krasnodar: Kubanskii gos. agrarn. un-t im. I.T. Trubilina.
- Boval M., Dixon R.M. (2012). The importance of grasslands for animal production and other functions: A review on management and methodological progress in the tropics. *Animal*, 6(5), 748–762.
- Chesalin S.F., Smol'skii E.V., Bokaturu N.N., Ageshin A.G. (2015). Effect of nitrogen fertilizers on yield and 137Cs content in perennial grasses of floodplains. *Vestnik Bryanskoi gos. s.-kh. akademii*, 4, 3–8 (in Russian).
- Galiullin A.A., Kalinichev E.A. (2023). Productivity of Festulolium in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. In: *Pishchevye tekhnologii budushchego: innovatsii v proizvodstve i pererabotke sel'skokhozyaistvennoi produktsii: sb. statei IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. v ramkakh V nauch.-prakt. Forum* [Food Technologies of the Future: Innovations in Production and Processing of Agricultural Products: Collection of Articles of the 4th International Scientific and Practical Conference within the Framework of the 5th Scientific and Practical Forum]. Penza: Penzenskii gos. agrarn. un-t (in Russian).
- Gol'dvarg B.A., Tsagan-Mandzhiev N.L. (2024). Fodder base – the basis for the development of beef cattle breeding in the Republic of Kalmykia. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 1(139). DOI: 10.23670/IRJ.2024.139.17 (in Russian).
- Ishakaeva M.K., Shlyakhov V.A. (2023). Perennial grasses for creation of perennial agrocenoses in the Northern Caspian region. In: *Prikaspiiskii mezhdunar molodezhn. nauch. forum agropromtekhnologii i prodovol. bezopasnosti – 2023: mat-ly foruma* [Caspian International Youth Scientific Forum of Agro-Industrial Technologies and Food Security – 2023: Forum Proceedings]. Астрахань: Astrakhanskii gos. un-t im. V.N. Tatishcheva (in Russian).
- Karlov D., Sazanova A., Kuznetsova I. et al. (2021). Rhizobial isolates in active layer samples of permafrost soil of Spitsbergen, Arctic. *Biological Communications*, 66(1), 73–82. DOI: 10.21638/spbu03.2021.109
- Khanbabaev T.G. (2020). Organization of rational use of natural fodder lands in Dagestan. *Sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*, 5(13), 48–54. DOI: 10.25930/2687-1254/008.5.13.2020 (in Russian).

- Kharkevich L.P., Belous N.M., Smolsky E.V., Chesalin S.F. (2013). Impact of agrotechnical and agrochemical measures on the productivity of perennial grasses and the fertility of soil. *Plodorodie*, 4, 25–27 (in Russian).
- Obraztsov V.N., Kadyrov S.V. (2023). Grassland agrophytocenoses as carbon sinks. In: *Sovremennye dostizheniya i perspektivy razvitiya agronomicheskoi nauki: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posv. Desyatiletuyu nauki i tekhnologii v Rossiiskoi Federatsii* [Modern Achievements and Prospects of Agronomic Science Development: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, dedicated to the Decade of Science and Technology of the Russian Federation. Decade of Science and Technology in the Russian Federation]. Voronezh: Voronezhskii gos. agrarn. un-t im. Imperatora Petra I (in Russian).
- Pryadil'shchikova E.N., Vakhrusheva V.V., Chernysheva O.O. (2022). Perennial grass of pastoral use for adaptive fodder production of the Vologda Oblast. *AgroZooTekhnika=Agricultural and Lifestock Technology*, 5(4). DOI: 10.15838/alt.2022.5.4.1 (in Russian).
- Pryadil'shchikova E.N., Vakhrusheva V.V., Chernysheva O.O. (2023). Productivity and nutrition of perennial grasses for pasture use in the conditions of the Vologda Oblast. *Agrarnyi vestnik Nechernozem'ya*, 2(10), 6–13. DOI: 10.52025/2712-8679_2023_02_6 (in Russian).
- Rassokhina I.I., Platonov A.V., Laptev G.Yu., Chernikova N.V. (2023). Productivity of the clover and timothy mixture when using microbiological preparations. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal=The Agrarian Scientific Journal*, 1, 41–47. DOI: 10.28983/asj.y2023i1pp41-47 (in Russian).
- Shamanin A.A., Popova L.A. (2023). Two-cut of perennial fodder agrocenoses in the conditions of the northern regions of Russia. *Agrarnyi vestnik Urala=Agrarian Bulletin of the Ural*, 23(10), 22–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-22-33 (in Russian).
- Smurov S.I., Zyuba S.N., Grigorov O.V., Gapienko O.V. (2016). Effect of different types of fertilizers on yield and quality indicators of field crops. *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy*, 4(12), 113–118 (in Russian).
- Sokolov O.A., Zavalin A.A., Shmyreva N.Ya., Chernikov V.A. (2020). Ecological sustainability of second-year perennial legume-grasses in an erosive agro-landscape. *Problemy agrokhimii i ekologii*, 1, 3–7. DOI: 10.26178/AE.2020.2019.4.010 (in Russian).
- Trofimov I.A. (2023). Priority vectors of pasture management in the Central region of Russia. In: *Prioritetnye vektory razvitiya promyshlennosti i sel'skogo khozyaistva: mat-ly VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: v 7 t* [Priority Vectors of Development of Industry and Agriculture: Materials of the VI International Scientific and Practical Conference: In 7 Volumes]. Makeevka: Donbasskaya agrarnaya akademiya (in Russian).
- Vakhrusheva V.V. (2023). Productivity and nutritive value of fodder kale “Mozgovaya Zelenaya Vologodskaya” under conditions of the Vologda Oblast. *AgroZooTekhnika=Agricultural and Lifestock Technology*, 6(3). DOI: 10.15838/alt.2023.6.3.4 (in Russian).
- Zolotarev V.N., Perepravo N.I. (2016). Seed production of perennial grasses as a basis for increasing the efficiency of forage production in the Volga-Vyatka region and the Udmurt Republic. In: *Razrabotka i vnedrenie pochvozaschitnykh energosberegayushchikh tekhnologii – osnovnoi put' povysheniya rentabel'nosti i ekologicheskoi bezopasnosti rastenievodstva na sovremennom etape: mat-ly Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Development and Implementation of Soil-Protective Energy-Saving Technologies – the Main Way to Increase Profitability and Environmental Safety of Crop Production at the Present Stage: Materials of the All-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation.]. Izhevsk: Izhevskaya gos. s.-kh. akademiya (in Russian).

Information about the authors

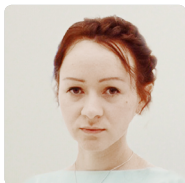
Elena N. Pryadil'shchikova – Senior Researcher, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Vologda, Molochnoe Rural Settlement, 160555, Russian Federation; e-mail: lenka2305@mail.ru)

Vera V. Vakhrusheva – Candidate of Sciences (Agriculture), Head of Department, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Vologda, Molochnoe Rural Settlement, 160555, Russian Federation; e-mail: vvesnina@mail.ru)

Ol'ga O. Chernysheva – Junior Researcher, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Vologda, Molochnoe Rural Settlement, 160555, Russian Federation; e-mail: olechkaaronova@gmail.com)

ПОТЕНЦИАЛ БАКТЕРИЙ РОДА PSEUDOMONAS ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

© Рассохина И.И.



Ирина Игоревна Рассохина

Вологодский научный центр Российской академии наук

Вологда, Российская Федерация

e-mail: rasskhinairina@mail.ru

ORCID: 0000-0002-6129-6912 ResearcherID: C-8173-2019

Одно из приоритетных направлений Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации – повышение экологически чистого агропроизводства, что согласуется и со Стратегией развития производства органической продукции до 2030 года. Использование микроорганизмов и препаратов на их основе способно активизировать рост и повысить продуктивность сельскохозяйственных культур. Цель исследования – провести анализ отечественной и зарубежной литературы и выявить основные механизмы взаимодействия бактерий рода *Pseudomonas* с растениями. *Pseudomonas* – это грамотрицательные палочковидные аэробные неспорообразующие бактерии, обладающие быстрым ростом и высокой колонизацией корней. Это самая большая группа PGPR-организмов, которые способны обитать в различных условиях. К наиболее известным полезным для агропроизводства видам рода *Pseudomonas* относятся *P. aeruginosa*, *P. chlororaphis*, *P. fluorescens*, *P. putida* и *P. syringe*. Представители рода *Pseudomonas* повсеместно распространены в почвенной экосистеме и являются общими обитателями ризосферы различных сельскохозяйственных культур, где играют одну из главных ролей в стимулировании роста растений посредством различных механизмов. На основании результатов исследований отечественных и зарубежных авторов в рамках обзора выделены следующие основные механизмы растительно-микробного взаимодействия: подавление развития фитопатогенных грибов и/или бактерий (прямой и косвенный путь антагонизма); синтез метаболитов, оказывающих действие на рост или развитие надземных и подземных органов (в т. ч. фитогормонов); повышение доступности минеральных компонентов для растения (прежде всего фосфатов); нивелирование стрессовых факторов. В целом, бактерии рода *Pseudomonas* обладают высоким потенциалом для агропроизводства и могут быть использованы для создания биологических препаратов растениеводства как защитного, так и ростостимулирующего действия. Наиболее интересными для реального сектора будут те штаммы, которые одновременно способны реализовывать сразу обе функции, при этом их колонизирующая способность будет высокой.

PGPR, Pseudomonas, сельскохозяйственные культуры, рост, антагонизм, фитогормоны, сольобитизация фосфатов.

Введение

Одно из приоритетных направлений Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 28 февраля 2024 года № 145) – повышение экологически чистого агропроизводства, что согласуется и со Стратегией развития производства органической продукции до 2030 года (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 4 июля 2023 года № 1788-р). При этом вопрос повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, особенно в Нечерноземной зоне России, где условия не позволяют растениям полностью реализовать свой генетически запрограммированный потенциал, является весьма актуальным.

Использование микроорганизмов и препаратов на их основе, отвечая требованиям экологизации производства, способно активизировать рост и повысить продуктивность сельскохозяйственных культур (Zia et al., 2020). Однако ассортимент биологических препаратов в настоящее время крайне мал¹, а, например, доля сельскохозяйственных организаций Европейского Севера России, где применяются биологические методы защиты растений, составляет всего 9,4% (Иванов, 2023).

Цель исследования – провести анализ отечественной и зарубежной литературы и выявить основные механизмы взаимодействия бактерий рода *Pseudomonas* с растениями.

Задачи:

- рассмотреть основные механизмы микробно-растительного взаимодействия бактерий рода *Pseudomonas*;
- выявить, какие представители рода *Pseudomonas* перспективны для создания биологических препаратов на их основе.

Материалы и методы исследования

В качестве материалов были использованы работы отечественных и зарубежных авторов, посвященные изучению бактерий рода *Pseudomonas*: их биотехнологическому потенциалу, разнообразию, действию на растительные объекты и пр. Поиск анализируемых источников осуществлялся главным образом через сервис Google Scholar, который включает базы eLibrary, CyberLeninka, PubMed, JSTOR и Elsevier и пр. В поисковых запросах применялись следующие основные комбинации ключевых слов на русском и английском языках: *Pseudomonas*, растительно-микробные отношения, рост, продуктивность, защита растений, биопрепараты, биофунгициды, биотехнологический потенциал.

Результаты

Интерес к бактериям рода *Pseudomonas* прежде всего связан с их способностью синтезировать широкий спектр различных биологически активных соединений (Кулешова и др., 2006). Многие представители рода *Pseudomonas* относятся к бактериям PGPR-группы. Внимание к бактериям данной группы обусловлено их возможностью повышать урожайность хозяйственно значимых культур, именно поэтому данные микроорганизмы часто рассматривают в качестве альтернативы химическим средствам интенсификации агропроизводства. Почвы, на которых используются препараты с PGPR-бактериями, требуют на 50–80% меньше химических веществ, что повышает возможности для ведения экологически чистого сельского хозяйства и сохранения устойчивых систем земледелия (Максимов и др., 2011; Kumari et al., 2018; Singh et al., 2021). PGPR-бактерии синтезируют разнообразные метаболиты, которые обла-

¹ Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2023) // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Т. 1. 65 с.

дают сигнальной и фитогормональной активностью, способностью увеличивать доступность элементов для растительных культур, а также стимулировать системную устойчивость или угнетать развитие грибных и бактериальных фитопатогенов (Максимов и др., 2011; Sah et al., 2021). Это говорит о высоком потенциале бактерий с точки зрения разработки на их основе биопрепаратов сельскохозяйственного назначения. Однако, чтобы отнести штамм к эффективным PGPR организмам, он должен обладать способностью к успешной колонизации корней, что позволит бактериям эффективно закрепиться в ризосфере. Стоит отметить, что многие неудачи в исследованиях стимулирования роста растений в полевых условиях часто коррелировали именно с плохой колонизацией бактериями корней (Choi et al., 2008; Singh et al., 2021).

Pseudomonas – это грамотрицательные палочковидные аэробные неспорообразующие бактерии, обладающие быстрым ростом и высокой колонизацией корней. Это самая большая группа PGPR, которые способны обитать в различных условиях (Kumari et al., 2018). К наиболее известным полезным для агропроизводства видам рода *Pseudomonas* относятся *P. aeruginosa*, *P. chlororaphis*, *P. fluorescens*, *P. putida* и *P. syringae* (Singh et al., 2021; Singh et al., 2022).

Представители данного рода повсеместно распространены в почвенной экосистеме и являются обитателями ризосферы различных сельскохозяйственных культур, где играют одну из главных ролей в стимулировании роста растений посредством различных механизмов (Jain, Pandey, 2016). На основании анализа результатов, полученных в ходе исследований отечественных и зарубежных авторов, к основным механизмам можно отнести:

- подавление развития фитопатогенных грибов и/или бактерий (прямой и косвенный антагонизм);

- синтез метаболитов, оказывающих действие на рост и/или развитие надземных и подземных органов;

- повышение доступности минеральных компонентов для растения;

- нивелирование стрессовых факторов.

Бактерии рода *Pseudomonas* в подавлении развития фитопатогенных грибов и/или бактерий

Представители рода *Pseudomonas* способны к проявлению двух основных механизмов антагонизма: прямого и косвенного (Prabhukarthikeyan et al., 2018).

Прямой антагонизм связан со способностью бактерий синтезировать антибиотики: пиолетеорин, пирролнитрин, феназин, 2,4-диацетилфлороглюцинол (ДАФГ), цианистый водород (HCN), канозамин, пиоцианин и вискозинамид (Prabhukarthikeyan et al., 2018; Sah et al., 2021). Например, ДАФГ, который способны синтезировать представители данного рода бактерий, представляет собой фенольную молекулу (Dorje et al., 2017), а феназин – азотсодержащий гетероциклический антибиотик, обладающий активностью широкого спектра. Существуют различные производные феназина, обладающие противогрибковой активностью, но наиболее известны феназин-1-карбоновая кислота, феназин-1-карбоксамид, 1-гидроксифеназин и др. Так, исследование феназин-продуцирующего полиэкстремофильного штамма *P. chlororaphis* GBPI 507, который выделен из ризосферы пшеницы, произрастающей в высокогорной гималайской почве, характеризуется способностью к антагонистической активности против грамположительных бактерий и актиномицетов, а также к стимулированию роста растений путем синтеза сидерофоров, аммиака и HCN (Jain, Pandey, 2016). Мутант *P. aurantiaca* B-162/498, который способен к повышенному уровню образования феназинов, в

системе *in vitro* задерживал рост патогенов рода *Fusarium* в 1,3–1,6 раза, в условиях *in planta* – средняя масса проростков пшеницы увеличилась в 1,5–1,7 раза. Сходные результаты описаны в работе с генно-инженерными сверхпродуцентами антибиотиков феназинового ряда *P. fluorescens* z34-97 и z33-97, которые были получены путем клонирования феназинового оперона. Указанные штаммы способны к более интенсивному синтезу феназин-1-карбоксилата, различия с исходным штаммом составляют 1,5–2,7 раза. При этом исследователи отмечают, что обработка растений данными бактериальными культурами приводит к снижению на 40% поражения пшеницы фитопатогенными грибами *Gaeumannomyces graminis* и *Rhizoctonia solani* (Феклистова, Максимова, 2008; Feklistova, Maksimova, 2008; Huang et al., 2014). Способность к синтезу пирронитрина отмечена у штамма *P. aeruginosa* PS24, что способствовало подавлению развития *Rhizopus microsporus*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata* и *Penicillium digitatum* (Uzair et al., 2018).

Одним из возможных путей подавления развития фитопатогенов является синтез сидерофоров. Сидерофоры – низкомолекулярные соединения, хелатирующие трехвалентное железо. В условиях ограниченного содержания железа способность некоторых представителей рода *Pseudomonas* приобретать ионы трехвалентного железа за счет высокого сродства сидерофоров к железу является важным конкурентным преимуществом перед другими бактериями и грибами, в т.ч. и фитопатогенами (Dorje et al., 2017). Кроме того, в исследованиях M. Gull и F.Y. Hafeez показано, что именно синтез сидерофоров у штамма *P. fluorescens* Mst 8.2 выступает основным механизмом подавления *R. solani* (заболеваемость пшеницы снижалась до 70%) (Gull, Hafeez, 2012).

Наиболее активным из известных сидерофоров, который синтезируют представители рода *Pseudomonas*, является пиовердин (Vansuyt et al., 2007). Это вещество защищает растения от фитопатогенов, образуя прочный комплекс с ионами железа и переводя их в недоступную для других микроорганизмов форму. Широкий спектр антагонистической активности за счет способности синтезировать данный желто-зеленый флуоресцирующий пигмент имеют, например, штаммы *P. fluorescens* ВКМВ-896, В-24, 8305, *P. putida* В-37, В-40, *P. vesicatoria* ВКМВ-546, *P. aureofaciens* В-161, *P. aurantiaca* В-162, *P. chlororaphis* ВКМВ-897, 449, *P. sp.* 139 (Кулешова и др., 2017). Как известно, синтез пиовердина при избыточном содержании железа в среде ингибируется. Однако, исследования Ю.М. Кушлетовой с соавт. (2006) показывают, противоположное: мутанты бактерий *P. putida* КМБУ 4308 (уровень образования пиовердина выше в 1,6–2,0 раза по сравнению с диким типом) способны к синтезу данного сидерофора в присутствии ионов железа (Кулешова и др., 2006).

В ряде работ отмечено, что синтез цианистого водорода (HCN) играет одну из решающих ролей в подавлении роста фитопатогенных грибов (Kumari et al., 2018). HCN вырабатывается многими ризобактериями, в т.ч. штаммом *P. fluorescens* СНАО, что вызывает изменение физиологической активности растений: происходит торможение транспорта электронов, в результате чего энергоснабжение клеток нарушается, что приводит к гибели организма. Цианистый водород влияет на функционирование ферментов и естественных рецепторов посредством обратимых механизмов ингибирования, что характерно и для цитохромоксидазы (Dorje et al., 2017).

Косвенный путь антагонизма бактерий связан с их возможностью синтезировать

вещества, способные за счет передачи сигнала вызывать защитные реакции и играть решающую роль в активации генов, которые связаны с кодированием пероксидаз, полифенолоксидаз, хитиназ, глюканаз, каталаз, супероксиддисмутаза, протеиназ, липоксигеназ и лиаз. Исследования S.R. Prabhukarthikeyan и соавторов показывают, что ранняя и повышенная экспрессия пероксидаз, супероксиддисмутаза, каталаз, протеиназ и других ферментов приводит к значительной устойчивости растений. Данные ферменты за счет их связи с лигнификацией, удалением АФК, катализом окисления монофенольных и ортодифенольных соединений обладают противогрибковой активностью (Prabhukarthikeyan et al., 2018). Результаты исследований Е.Е. Акимовой и соавторов (2018) свидетельствуют, что инокуляция семян пшеницы бактериями способствовала увеличению активности пероксидазы на 9% в листьях инфицированных ростков пшеницы. Результаты позволяют говорить об обратной зависимости между активностью пероксидазы в тканях пшеницы и пораженностью растений корневой гнилью (Акимова и др., 2018).

Синтез метаболитов, оказывающих действие на рост или развитие надземных и подземных органов, представителями рода *Pseudomonas*

Один из путей стимуляции роста или развития растений – синтез бактериями PGPR-группы фитогормонов (Xie et al., 1996), ферментов (Safronova et al., 2006) и сидерофоров (Prabhukarthikeyan et al., 2018). Например, штамм *P. fluorescens* B16 способен стимулировать рост растений огурца и ячменя в тепличных и полевых условиях (Kim et al., 1998), а также томатов, арабидопсиса и острого перца. Вероятно, основным механизмом стимуляции роста растений штаммом *P. fluorescens* B16

является способность бактерий синтезировать пирролохинолинхинон (PQQ) (Choi et al., 2008), который действует как поглотитель активных форм кислорода (Misra et al., 2004). В исследованиях О.В. Сырмолот и Н.С. Кочевой показано ростостимулирующее действие экспериментального препарата, основу которого составляет ризосферная бактерия *Pseudomonas* sp. BZR 245-F: после обработки семян наблюдалось увеличение высоты растений по сравнению с контролем на 38,1%, количества листьев – на 4,9%, а также количества клубеньков сои на 9,8% (Сырмолот, Кочева, 2019).

Роль бактерий рода *Pseudomonas* в синтезе фитогормонов

Одной из групп фитогормонов, которая играет важную роль в регулировании роста и развития растений, является группа ауксинов. Индол-3-уксусная кислота (ИУК) – наиболее распространенный ауксин, отвечающий за регуляцию разнообразных клеточных процессов: деление и рост клеток, дифференциация сосудов, образование корней, верхушечное доминирование, тропизмы и т. д. Многие ризосферные и почвенные микроорганизмы характеризуются способностью к синтезу ИУК. Перспективными в этом отношении являются бактерии рода *Pseudomonas*, 80% представителей которого способны к синтезу ИУК во внешнюю среду (Dubeikovskiy et al., 1993).

В исследованиях С.С. Жардецкого и соавторов показано, что обработка семян огурца ИУК-продуцирующими бактериями приводила к увеличению в 2,3–2,9 раза длины корней и в 1,6–2,0 раза массы проростков. При этом инокуляция семян штаммом *P. mendocina* 9–40 стимулировала корнеобразование боковых и придаточных корней (Жардецкий и др., 2005).

Не менее интересна способность бактерий к синтезу фитогормонов группы гиб-

береллинов, которые могут быть полезны для стимуляции роста и нарушения покоя растений. Так, имеется опыт использования гибберелловой кислоты с целью повышения урожайности кишмишных сортов винограда и цитрусовых, увеличения вегетативной массы в луговодстве, стимуляции роста побегов чайного куста и повышения в листьях содержания танина, а также ускорения появления всходов и увеличения количества проросших глазков в картофелеводстве. И.Н. Феклистова и Н.П. Максимова показывают, что бактерии *P. aurantiaca* В-162 способны синтезировать гиббереллины в количестве 13,18 мг/л, а мутанты – до 31 мг/л. При этом исследователи отмечают связь уровня синтеза гиббереллинов и степени стимулирующего роста растений действия (Феклистова, Максимова, 2009). В исследованиях J.L.S. Heng и N.S.M. Zainual отмечено, что среди 50 проанализированных штаммов бактерий 35% обладали способностью синтезировать гиббереллиновую кислоту, наиболее интенсивный синтез был обнаружен у штамма *P. putida* PF1P (10,1 мкг/мл). Действие данного штамма привело к увеличению сырой массы и длины корня *Brassica chinensis* на 54,6 и 51,3% соответственно (Heng, Zainual, 2017).

Участие представителей рода *Pseudomonas* в повышении доступности минеральных компонентов для растений

Фосфор – один из важнейших биогенных элементов биосферы, валовые запасы которого в почве достаточно велики, однако он находится в малодоступном для растений виде (Кузьмина и др., 2016). При этом в ряде исследований показана способность бактерий рода *Pseudomonas* растворять фосфаты (Tiwari, Singh, 2017; Uzair et al., 2018). Так, например, отмечено, что штаммы рода *Pseudomonas* разрушали ортофосфат кальция на 61–74%, высокопер-

спективным оказался штамм *P. mandelii* IB Ki-14 (Кузьмина и др., 2016).

Высвобождение фосфора из нерастворимых фосфатов объясняется главным образом выработкой органических кислот и их способностью к хелатированию. Прямое периплазматическое окисление глюкозы до глюконовой кислоты рассматривается как метаболическая основа солиubilизации неорганических фосфатов многими грамотрицательными бактериями в качестве конкурентной стратегии по преобразованию легкодоступных источников углерода в продукты, менее пригодные для использования другими микроорганизмами (Chen et al., 2006). В исследовании (Vyas, Gulati, 2009) показано, что штаммы бактерий рода *Pseudomonas*, которые были способны к солиubilизации фосфатов, синтезировали глюкановую, 2-кетоглюконовую, янтарную, муравьиновую, лимонную, яблочную, а также щавелевую и молочную кислоты (Van Peer et al., 1991).

Участие представителей рода *Pseudomonas* в повышении стрессоустойчивости растений

Возможность бактерий PGPR-группы стимулировать иммунитет растений и ускорять их рост была открыта более 20 лет назад. Растения, обработанные ризосферными непатогенными бактериями, способны включать различные защитные ответы на стрессоры, что выражается в формировании химических и физических барьеров на пути проникновения и развития патогена, включении механизмов, позволяющих выжить в сложившихся неблагоприятных условиях, т. е. в растительном организме возникает индуцированная системная устойчивость к биотическим и абиотическим факторам (Vyas, Gulati, 2009).

Некоторые виды микроорганизмов способны ощутимо повышать порог стресса

растений. Это может быть обусловлено снижением содержания этилена. Например, бактерии с помощью собственного фермента АЦК-дезаминазы способны удалять аминокислотную группу от молекулы 1-аминоциклопропан-1-карбоксилата (АЦК), которая является непосредственным предшественником этилена. Так, исследования со штаммом *P. mendocina* 9-40, имеющим ген АЦК-дезаминазы, показали, что внесение его суспензии в почву снижало действие засоления на рост растений томата: длина стебля превзошла контроль в 1,1–1,6 раза, масса – в 1,2 раза. При этом увеличение негативного влияния стрессора способствовало повышению и выраженности фитопротекторных свойств изучаемого штамма. Кроме того, штамм *P. mendocina* 9-40 нивелировал негативное действие солей хрома на растения томата (морфометрические параметры превосходили контроль в 2,0–3,4 раза), солей меди (в 1,0–3,5 раза) и солей свинца (в 0,7–2,4 раза) (Жардецкий, Храмова, 2018).

В серии экспериментов И.А. Гринева и соавторов установлено, что препараты, приготовленные на основе штаммов *P. aurantiaca* В-162, *P. putida* F19 и *B. subtilis* 494, способны одновременно увеличивать энергию прорастания и полевую всхожесть растений рапса в условиях высокого уровня засоления (концентрация NaCl 250 ммоль/л). Кроме того, было выражено достоверное увеличение показателей полевой всхожести рапса на 20% и длины стебля на 19% в условиях действия засоления (концентрация NaCl 150 ммоль/л), что позволяет говорить о формировании системной устойчивости (Гринева и др., 2017). Результаты исследований Р. Tiwari и J.S. Singh также демонстрируют способность бактерий *P. aeruginosa* стимулировать рост растений пшеницы и кукурузы путем синтеза ИУК в условиях повышенного содержания хлорида натрия (концентрация NaCl 8%) (Tiwari, Singh, 2017), а Т. Chu

и соавторов – способность бактерий *P. putida* PS01 улучшать всхожесть семян (при NaCl 150 ммоль/л) и жизнеспособность (при NaCl 225 ммоль/л) арабидопсиса в условиях засоления (Chu et al., 2019).

Создание биологических препаратов на основе перспективных бактерий рода *Pseudomonas*

Чаще всего в качестве основы для биологических препаратов рассматривают те штаммы, которые способны одновременно оказывать защитное от фитопатогенов и стимулирующее рост действие. Например, штамм *P. aeruginosa* ВНУ В13-398 обладает сильным антагонистическим потенциалом против *R. solani*, способностью к солибилизированию фосфата (1341,24 мкг/мл) и продуцированию ИУК (111,94 мкг/мл), сидерофоров, аммиака и HCN. Инокуляция данным штаммом бобовых растений показала увеличение длины побегов и корней на 33 и 85% соответственно, также наблюдалось превосходство контроля по сухой массе корней на 240%, площади листовой поверхности на 87% и содержания хлорофилла на 16% (Kumari et al., 2018).

Отметим, что результаты наших исследований суспензии штамма *Pseudomonas* sp. GEOT18 (были проведены лабораторные и полевые опыты в 2020–2023 гг. с ячменем, овсом, пшеницей и тритикале) также демонстрируют его высокий потенциал для растениеводства. Так, данные бактерии способны к мобилизации фосфатов, синтезу ИУК и некоторому подавлению фитопатогенов (Buchkova et al., 2022), а действие суспензии на зерновые культуры способствует активации их роста и повышению урожайности (Рассохина и др., 2020; Рассохина и др., 2022; Рассохина, Маракаев, 2023; Рассохина, Платонов, 2023).

Изучив Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской

Федерации, видно, что доля биопестицидов, созданных на основе штаммов рода *Pseudomonas*, невелика и составляет всего 16%. При этом среди представителей изучаемого рода в качестве основы для создания биопестицидов, как правило, использованы *P. fluorescens* и *P. aureofaciens*. Так, препарат «Бинорам», созданный на основе *P. fluorescens* 7Г, 7Г2К, 17-2, рекомендован для использования на пшенице, ячмене, картофеле и капусте белокочанной с целью подавления развития корневых гнилей, ризоктониоза и бактериоза, а препарат «Ризоплан» (штамм AP-33) допущен к использованию на пшенице, ячмене, сахарной свекле, картофеле, капусте, землянике, а также яблоне и винограде и позволяет бороться с развитием бурой ржавчины, септориоза, мучнистой росы, корневых гнилей, церкоспороза, пероноспороза, фитофтороза, ризоктониоза, черной ножки, бактериоза и пр. Также в каталоге отмечена эффективность *P. aureofaciens* штамм BS 1393 (препарат «Псевдобактерин-2») против плесени, корневой гнили, бурой ржавчины, септоиоза, мучнистой росы при действии на зерновые культуры, против церкоспороза при использовании на сахарной свекле, против корневых гнилей для овощей закрытого грунта. Штаммы *P. aureofaciens* IMBV-7096 и IMBV-7097

(препарат «Гуапсинплюс») способны подавлять развитие фузариозной и гельминтоспориозной корневых гнилей, а также мучнистую росу у пшеницы².

Выводы

Представители рода *Pseudomonas* повсеместно распространены в почвенной экосистеме и являются общими обитателями ризосферы различных сельскохозяйственных культур. К основным механизмам микробно-растительного взаимодействия представителей данного рода можно отнести подавление развития фитопатогенных грибов и/или бактерий (прямой и косвенный антагонизм); синтез метаболитов, оказывающих действие на рост и/или развитие надземных и подземных органов; повышение доступности минеральных компонентов для растения; нивелирование стрессовых факторов. Таким образом, бактерии рода *Pseudomonas* обладают высоким потенциалом для агропроизводства и могут быть использованы для создания биологических препаратов как защитного, так и ростостимулирующего действия. Наиболее интересными для реального сектора будут те штаммы, которые одновременно способны реализовывать сразу обе функции, при этом их колонизирующая способность будет высокой.

ЛИТЕРАТУРА

- Акимова Е.Е., Терещенко Н.Н., Зюбанова Т.И. [и др.] (2018). Влияние бактерий рода *Pseudomonas* на активность пероксидазы в растениях пшеницы при инфицировании *Bipolaris sorokiniana* // Физиология растений. Т. 65. № 5. С. 366–375.
- Гринева И.А., Кулешова Ю.М., Ломоносова В.А. [и др.] (2017). Индукция устойчивости у растений рапса к засолению элиситорами – производными бактерий родов *Pseudomonas* и *Bacillus* // Журнал Белорусского гос. ун-та. Биология. № 1. С. 38–43.
- Жардецкий С.С., Путинская А.Я., Храмова Е.А. (2005). Ростостимулирующая активность мутантного штамма бактерий *Pseudomonas mendocina* // Вестник БГУ. Сер. 2: Химия. Биология. География. С. 32–35.
- Жардецкий С.С., Храмова Е.А. (2018). Влияние ИУК-продуцирующего штамма *Pseudomonas mendocina* 9-40 на стрессоустойчивость растений // Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование – рекомендации – практические результаты: мат-лы XIV Междунар. науч.-практ. конф. С. 75–77.

² Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2023) // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Т. 1. 65 с.

- Иванов В.А. (2023). Стратегия развития сельского хозяйства Европейского Севера России / отв. ред. В.Н. Лаженцев; Мин-во науки и высшего образования РФ, Коми научный центр УрО РАН, Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера. Сыктывкар: Принт. 139 с.
- Кузьмина Л.Ю., Гуватова З.Г., Ионина В.И. [и др.] (2016). Мобилизация ортофосфата кальция бактериями родов *Advenella* и *Pseudomonas* // Вестник защиты растений. № 89 (3). С. 90–91.
- Кулешова Ю.М., Камаева М.В., Максимова Н.П. (2006). Получение бактерий *Pseudomonas putida* КМБУ 4308, способных к сверхпродукции пигмента пиовердина Pm // Вестник Белорусского гос. ун-та. Сер. 2: Химия. Биология. География. № 2. С. 48–52.
- Кулешова Ю.М., Максимова Н.П., Блажевич О.В., Семак И.В. (2006). Идентификация и характеристика пиовердина pm – нового антирадикального соединения, синтезируемого бактериями *Pseudomonas putida* КМБУ 4308 // Труды Белорусского гос. ун-та. Вып. 1. С. 89–97.
- Кулешова Ю.М., Рыбакова В.А., Феклистова И.Н. [и др.] (2017). Принципы отбора стимуляторов корнеобразования растений среди бактерий *Pseudomonas* с антагонистической активностью // Журнал Белорусского гос. ун-та. Биология. № 3. С. 54–62.
- Максимов И.В., Абизильдина Р.Р., Пусенкова Л.И. (2011). Стимулирующие рост растений микроорганизмы как альтернатива химическим средствам защиты от патогенов // Прикладная биохимия и микробиология. Т. 47. № 4. С. 373–385.
- Рассохина И.И., Маракаев О.А. (2023). Оценка морфофизиологических параметров и продуктивности обыкновенного ячменя (*Hordeum vulgare* L.) при действии суспензии штамма *Pseudomonas* sp. GEOT18 // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. № 3 (43). С. 92–104. DOI: 10.21685/2307-9150-2023-3-8
- Рассохина И.И., Платонов А.В. (2023). Действие суспензии штамма *Pseudomonas* sp. GEOT18 на рост и продуктивность ячменя обыкновенного сорта Сонет // Вестник аграрной науки. № 6 (105). С. 50–55. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2023.6.50
- Рассохина И.И., Платонов А.В., Маракаев О.А., Зайцева Ю.В. (2020). Эффективность инокуляции семян овса посевного штаммом *Pseudomonas* sp. GEOT18, перспективным для создания биопрепарата // Международный сельскохозяйственный журнал. № 5 (377). С. 52–55. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15093
- Рассохина И.И., Платонов А.В., Платонов А.А. (2022). Действие бактерий рода *Pseudomonas* sp. на рост и продуктивность тритикале // Вестник КрасГАУ. № 1 (178). С. 93–99. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-93-99
- Сырмолот О.В., Кочева Н.С. (2019). Оценка влияния бактерий родов *Bacillus* и *Pseudomonas* на продуктивность сои // Международный научно-исследовательский журнал. № 10–2 (88). DOI: 10.23670/IRJ.2019.88.10.02
- Феклистова И.Н., Максимова Н.П. (2008). Синтез пирролнитрина бактериями *Pseudomonas aurantia-sa* B-162 // Труды Белорусского государственного университета. Т. 3. С. 148–155.
- Феклистова И.Н., Максимова Н.П. (2009). Гиббереллины бактерий *Pseudomonas aurantia-sa*: биологическая активность, подходы к получению и использованию продуцентов фитогормонов // Труды Белорусского государственного университета. Т. 4. № 1.
- Bychkova A.A., Zaitseva Y.V., Sidorov A.V., Aleksandrova A.S., Marakaev O.A. (2022). Biotechnological potential of phosphate-solubilizing *Pseudomonas migulae* strain GEOT18. *International Journal of Agricultural Technology*, 18 (4), 1403–1414.
- Chen Y.P., Rekha P.D., Arun A.B. [et al.] (2006). Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Applied Soil Ecology*, 34, 33–41. DOI: 10.1016/j.apsoil.2005.12.002
- Choi O., Kim J., Kim J.G. [et al.] (2008). Pyrroloquinoline quinone is a plant growth promotion factor produced by *Pseudomonas fluorescens* B16. *Plant physiology*, 146 (2), 657–668. DOI: 10.1104/pp.107.112748
- Chu T.N., Tran B.T.H., Van Bui L., Hoang M.T.T. (2019). Plant growth-promoting rhizobacterium *Pseudomonas* PS01 induces salt tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *BMC research notes*, 12 (1), 11. DOI: 10.1186/s13104-019-4046-1

- Dorjey S., Dolkar D., Sharma R. (2017). Plant growth promoting rhizobacteria *Pseudomonas*: A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7 (6), 1335–1344. DOI: 10.20546/ijcmas.2017.607.160
- Dubeikovskiy A.N., Mordukhova E.A., Kochetkov V.T., Polikarpova F.Y., Boronin A.M. (1993). Growth promotion of blackcurrant softwood cuttings by recombinant strain *Pseudomonas fluorescens* BSP53a synthesizing an increased amount of indole-3-acetic acid. *Soil biology and Biochemistry*, 25 (9), 1277–1281. DOI: 10.1016/0038-0717(93)90225-Z
- Feklistova I.N., Maksimova N.P. (2008). Obtaining *Pseudomonas aurantiaca* strains capable of overproduction of phenazine antibiotics. *Microbiology*, 77 (2), 176–180.
- Gull M., Hafeez F.Y. (2012). Characterization of siderophore producing bacterial strain *Pseudomonas fluorescens* Mst 8.2 as plant growth promoting and biocontrol agent in wheat. *African Journal of Microbiology Research*, 6 (33), 6308–6318. DOI: 10.5897/AJMR12.1285
- Heng J.L.S., Zainual N.S.M. (2017). Effect of encapsulated *Pseudomonas putida* strain PF1P on plant growth and its microbial ecosystem. *African Journal of Biotechnology*, 16 (41), 2009–2013. DOI: 10.5897/AJB2017.16164
- Huang Z., Bonsall R.F., Mavrodi D.V., Weller D.M., Thomashow L.S. (2014). Transformation of *Pseudomonas fluorescens* with genes for biosynthesis of phenazine-1-carboxylic acid improves biocontrol of rhizoctonia root rot and in situ antibiotic production. *FEMS Microbiology Ecology*, 49 (2), 243–251. DOI: 10.1016/j.femsec.2004.03.010
- Jain R., Pandey A. (2016). A phenazine-1-carboxylic acid producing polyextremophilic *Pseudomonas chlororaphis* (MCC2693) strain, isolated from mountain ecosystem, possesses biocontrol and plant growth promotion abilities. *Microbiological research*, 190, 63–71. DOI: 10.1016/j.micres.2016.04.017
- Kim J., Choi O., Kang J.H. [et al.] (1998). Tracing of some root colonizing *Pseudomonas* in the rhizosphere using lux gene introduced bacteria. *Korean Journal of Plant Pathology*, 14, 13–18.
- Kumar A., Verma H., Singh V.K. [et al.] (2017). Role of *Pseudomonas* sp. in sustainable agriculture and disease management. *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*, 2, 195–215. DOI: 10.1007/978-981-10-5343-6_7
- Kumari P., Meena M., Gupta P. [et al.] (2018). Plant growth promoting rhizobacteria and their biopriming for growth promotion in mung bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 16, 163–171. DOI: 10.1016/j.bcab.2018.07.030
- Misra H.S., Khairnar N.P., Barik A. [et al.] (2004). Pyrroloquinoline-quinone: A reactive oxygen species scavenger in bacteria. *FEBS letters*, 578, 26–30. DOI: 10.1016/j.febslet.2004.10.061
- Prabhukarthikeyan S.R., Keerthana U., Raguchander T. (2018). Antibiotic-producing *Pseudomonas fluorescens* mediates rhizome rot disease resistance and promotes plant growth in turmeric plants. *Microbiological Research*, 210, 65–73. DOI: 10.1016/j.micres.2018.03.009
- Safronova V.I., Stepanok V.V., Engqvist G.L., Alekseyev Y.V., Belimov A.A. (2006). Root-associated bacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxyate deaminase improve growth and nutrient uptake by pea genotypes cultivated in cadmium supplemented soil. *Biology and Fertility of Soils*, 42, 267–272. DOI: 10.1007/s00374-005-0024-y
- Sah S., Krishnani S., Singh R. (2021). *Pseudomonas* mediated nutritional and growth promotional activities for sustainable food security. *Current Research in Microbial Sciences*, 2, 100084. DOI: 10.1016/j.crmicr.2021.100084
- Singh P., Singh R.K., Guo D.-J. [et al.] (2021). Whole genome analysis of sugarcane root-associated endophyte *Pseudomonas aeruginosa* B18-A plant growth-promoting bacterium with antagonistic potential against *Sporisorium scitamineum*. *Frontiers in Microbiology*, 12, 628376. DOI: 10.3389/fmicb.2021.628376
- Singh P., Singh R.K., Zhou Y. [et al.] (2022). Unlocking the strength of plant growth promoting *Pseudomonas* in improving crop productivity in normal and challenging environments: A review. *Journal of Plant Interactions*, 17 (1), 220–238. DOI: 10.1080/17429145.2022.2029963

- Tiwari P., Singh J.S. (2017). A plant growth promoting rhizospheric *Pseudomonas aeruginosa* strain inhibits seed germination in *Triticum aestivum* (L) and *Zea mays* (L). *Microbiology Research*, 8 (2), 7233. DOI: 10.4081/mr.2017.7233
- Uzair B., Kausar R., Bano S.A. [et al.] (2018). Isolation and molecular characterization of a model antagonistic *Pseudomonas aeruginosa* divulging in vitro plant growth promoting characteristics. *BioMed Research International*, 1–7. DOI: 10.1155/2018/6147380
- Van Peer R., Niemann G.J., Schippers B. (1991). Induced resistance and phytoalexin accumulation in biological control of Fusarium wilt of carnation by *Pseudomonas* sp. strain WCS 417. *Phytopathology*, 81, 728–734.
- Vansuyt G., Robin A., Briat J.F., Curie C., Lemanceau P. (2007). Iron acquisition from Fe-pyoverdine by *Arabidopsis thaliana*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 20 (4), 441–447. DOI: 10.1094/MPMI-20-4-0441
- Vyas P., Gulati A. (2009). Organic acid production in vitro and plant growth promotion in maize under controlled environment by phosphate-solubilizing fluorescent *Pseudomonas*. *BMC microbiology*, 9, 1–15. DOI: 10.1186/1471-2180-9-174
- Xie H., Pasternak J.J., Glick B.R. (1996). Isolation and characterization of mutants of the plant growth-promoting rhizobacteria *Pseudomonas putida* GR12-2 that overproduce indoleacetic acid. *Current Microbiology*, 32, 67–71. DOI: 10.1007/s002849900012
- Zia R., Nawaz M.S., Siddique M.J., Hakim S., Imran A. (2020). Plant survival under drought stress: implications, adaptive responses, and integrated rhizosphere management strategy for stress mitigation. *Microbiology Research*, 242, 126626. DOI: 10.1016/j.micres.2020.126626

Сведения об авторе

Ирина Игоревна Рассохина – научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а; e-mail: rasskhinairina@mail.ru)

THE POTENTIAL OF PSEUDOMONAS BACTERIA FOR THE USE IN CROP PRODUCTION

Rassokhina I.I.

■ One of the priority directions outlined in the Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation is to increase environmentally friendly agricultural production, which is consistent with the Strategy for the Development of Organic Production up to 2030. The use of microorganisms and preparations made on their basis can promote growth and increase crop productivity. The aim of the research is to analyze Russian and foreign literature and to identify the main mechanisms of interaction between bacteria of the genus *Pseudomonas* and plants. *Pseudomonas* are gram-negative rod-shaped aerobic non-spore-forming bacteria with rapid growth and high root colonization. They represent the largest group of PGPR organisms capable of living in various conditions. The most well-known species of the genus *Pseudomonas* useful for agricultural production include *P. aeruginosa*, *P. chlororaphis*, *P. fluorescens*, *P. putida* and *P. syringe*. Representatives of the genus *Pseudomonas* are ubiquitous in the soil ecosystem and are common inhabitants of the rhizosphere of various crops, where they play a major role in stimulating plant growth through various mechanisms. Based on the results of research by Russian and foreign authors, the following main mechanisms of plant-microbial

interaction are identified in the framework of the review: suppression of the development of phytopathogenic fungi and/or bacteria (direct and indirect pathway of antagonism); synthesis of metabolites that influence the growth or development of aerial and underground organs (including phytohormones); increased availability of mineral components for plants (primarily phosphates); leveling of stress factors. In general, bacteria of the genus Pseudomonas have a high potential for agricultural production and can be used to create biological preparations for crop production with protective and growth-stimulating effects. The strains that are able to implement both functions simultaneously, while retaining high colonizing ability, will be of the greatest interest to the real sector.

PGPR, Pseudomonas, agricultural crops, growth, antagonism, phytohormones, phosphate solubilization.

REFERENCES

- Akimova E.E., Tereshchenko N.N., Zyubanova T.I. et al. (2018). Effect of bacteria of the genus *Pseudomonas* on peroxidase activity in wheat plants when infected with *Bipolaris sorokiniana*. *Fiziologiya rastenii*, 65(5), 366–375 (in Russian).
- Bychkova A.A., Zaitseva Y.V., Sidorov A.V., Aleksandrova A.S., Marakaev O.A. (2022). Biotechnological potential of phosphate-solubilizing *Pseudomonas migulae* strain GEOT18. *International Journal of Agricultural Technology*, 18(4), 1403–1414.
- Chen Y.P., Rekha P.D., Arun A.B. et al. (2006). Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Applied Soil Ecology*, 34, 33–41. DOI: 10.1016/j.apsoil.2005.12.002
- Choi O., Kim J., Kim J.G. et al. (2008). Pyrroloquinoline quinone is a plant growth promotion factor produced by *Pseudomonas fluorescens* B16. *Plant physiology*, 146(2), 657–668. DOI: 10.1104/pp.107.112748
- Chu T.N., Tran B.T.H., Van Bui L., Hoang M.T.T. (2019). Plant growth-promoting rhizobacterium *Pseudomonas* PS01 induces salt tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *BMC research notes*, 12(1), 11. DOI: 10.1186/s13104-019-4046-1
- Dorjey S., Dolkar D., Sharma R. (2017). Plant growth promoting rhizobacteria *Pseudomonas*: A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(6), 1335–1344. DOI: 10.20546/ijcmas.2017.607.160
- Dubeikovskiy A.N., Mordukhova E.A., Kochetkov V.T., Polikarpova F.Y., Boronin A.M. (1993). Growth promotion of blackcurrant softwood cuttings by recombinant strain *Pseudomonas fluorescens* BSP53a synthesizing an increased amount of indole-3-acetic acid. *Soil biology and Biochemistry*, 25(9), 1277–1281. DOI: 10.1016/0038-0717(93)90225-Z
- Feklistova I.N., Maksimova N.P. (2008). Obtaining *Pseudomonas aurantiaca* strains capable of overproduction of phenazine antibiotics. *Microbiology*, 77(2), 176–180.
- Feklistova I.N., Maksimova N.P. (2008). Synthesis of pyrrolnitrin by the bacterium *Pseudomonas aurantiaca* B-162. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta*, 3, 148–155 (in Russian).
- Feklistova I.N., Maksimova N.P. (2009). Gibberellins of the bacterium *Pseudomonas aurantiaca*: Biological activity, approaches to the production and utilization of phytohormone producers. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta*, 4(1) (in Russian).
- Grineva I.A., Kuleshova Yu.M., Lomonosova V.A. et al. (2017). Induction of resistance in rape plants to salinity by elicitors – derivatives of bacteria of *Pseudomonas* and *Bacillus* genera. *Zhurnal Belorusskogo gos. un-ta. Biologiya*, 1, 38–43 (in Russian).
- Gull M., Hafeez F.Y. (2012). Characterization of siderophore producing bacterial strain *Pseudomonas fluorescens* Mst 8.2 as plant growth promoting and biocontrol agent in wheat. *African Journal of Microbiology Research*, 6(33), 6308–6318. DOI: 10.5897/AJMR12.1285

- Heng J.L.S., Zainual N.S.M. (2017). Effect of encapsulated *Pseudomonas putida* strain PF1P on plant growth and its microbial ecosystem. *African Journal of Biotechnology*, 16(41), 2009–2013. DOI: 10.5897/AJB2017.16164
- Huang Z., Bonsall R.F., Mavrodi D.V., Weller D.M., Thomashow L.S. (2014). Transformation of *Pseudomonas fluorescens* with genes for biosynthesis of phenazine-1-carboxylic acid improves biocontrol of rhizoctonia root rot and in situ antibiotic production. *FEMS Microbiology Ecology*, 49(2), 243–251. DOI: 10.1016/j.femsec.2004.03.010
- Ivanov V.A. (2023). Strategy for the development of agriculture in the European North of Russia. In: Lazhentsev V.N. (Ed.). *Min-vo nauki i vysshego obrazovaniya RF, Komi nauchnyi tsentr UrO RAN, Institut sotsial'no-ekonomicheskikh i energeticheskikh problem Severa* [Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Komi Scientific Center of the Ural RAS Department, Institute of Socio-Economic and Energy Problems of the North]. Syktyvkar: Print.
- Jain R., Pandey A. (2016). A phenazine-1-carboxylic acid producing polyextremophilic *Pseudomonas chlororaphis* (MCC2693) strain, isolated from mountain ecosystem, possesses biocontrol and plant growth promotion abilities. *Microbiological research*, 190, 63–71. DOI: 10.1016/j.micres.2016.04.017
- Kim J., Choi O., Kang J.H. et al. (1998). Tracing of some root colonizing *Pseudomonas* in the rhizosphere using lux gene introduced bacteria. *Korean Journal of Plant Pathology*, 14, 13–18.
- Kuleshova Yu.M., Kamaeva M.V., Maksimova N.P. (2006). Production of *Pseudomonas putida* KMBU 4308 bacteria capable of overproduction of the pyoverdine pigment Pm. *Vestnik Belorusskogo gos. un-ta. Ser. 2: Khimiya. Biologiya. Geografiya*, 2, 48–52 (in Russian).
- Kuleshova Yu.M., Maksimova N.P., Blazhevich O.V., Semak I.V. (2006). Identification and characterization of pyoverdine pm, a novel antiradical compound synthesized by the bacterium *Pseudomonas putida* KMBU 4308. *Trudy Belorusskogo gos. un-ta*, 1, 89–97 (in Russian).
- Kuleshova Yu.M., Rybakova V.A., Feklistova I.N. et al. (2017). Selection principles of plant korne formation stimulations among bacteria *Pseudomonas* with antagonistic activity. *Zhurnal Belorusskogo gos. un-ta. Biologiya*, 3, 54–62 (in Russian).
- Kumar A., Verma H., Singh V.K. et al. (2017). Role of *Pseudomonas* sp. in sustainable agriculture and disease management. *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*, 2, 195–215. DOI: 10.1007/978-981-10-5343-6_7
- Kumari P., Meena M., Gupta P. et al. (2018). Plant growth promoting rhizobacteria and their biopriming for growth promotion in mung bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 16, 163–171. DOI: 10.1016/j.bcab.2018.07.030
- Kuzmina L.Yu., Guvatova Z.G., Ionina V.I. et al. (2016). The mobilization of calcium orthophosphate by bacteria from *Advenella* and *Pseudomonas* genera. *Vestnik zashchity rastenii*, 89(3), 90–91 (in Russian).
- Maksimov I.V., Abizgil'dina R.R., Pusenkova L.I. (2011). Plant growth promoting rhizobacteria as alternative to chemical crop protections from pathogens. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*, 47(4), 373–385 (in Russian).
- Misra H.S., Khairnar N.P., Barik A. et al. (2004). Pyrroloquinoline-quinone: A reactive oxygen species scavenger in bacteria. *FEBS letters*, 578, 26–30. DOI: 10.1016/j.febslet.2004.10.061
- Prabhukarthikeyan S.R., Keerthana U., Raguchander T. (2018). Antibiotic-producing *Pseudomonas fluorescens* mediates rhizome rot disease resistance and promotes plant growth in turmeric plants. *Microbiological Research*, 210, 65–73. DOI: 10.1016/j.micres.2018.03.009
- Rassokhina I.I., Marakaev O.A. (2023). Assessment of morphophysiological parameters and productivity of *Hordeum vulgare* under the action of *Pseudomonas* sp. GEOT18 strain suspension. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Estestvennye nauki*, 3(43), 92–104. DOI: 10.21685/2307-9150-2023-3-8 (in Russian).
- Rassokhina I.I., Platonov A.V. (2023). Effect of suspension of *pseudomonas* sp. GEOT 18 strain on growth and productivity of Barley variety sonnet. *Vestnik agrarnoi nauki*, 6(105), 50–55. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2023.6.50 (in Russian).

- Rassokhina I.I., Platonov A.V., Marakaev O.A., Zaitseva Yu.V. (2020). Effectiveness of *Avena Sativa* L. seed inoculation by the strain *Pseudomonas* sp. GEOT18 promising for creating biologicals. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal=International Agricultural Journal*, 5(377), 52–55. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15093 (in Russian).
- Rassokhina I.I., Platonov A.V., Platonov A.A. (2022). The genus *Pseudomonas* sp. Bacteria effect on *Triticosecale* growth and productivity. *Vestnik KrasGAU=Bulletin KraSAU*, 1(178), 93–99. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-93-99 (in Russian).
- Safronova V.I., Stepanok V.V., Engqvist G.L., Alekseyev Y.V., Belimov A.A. (2006). Root-associated bacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxyate deaminase improve growth and nutrient uptake by pea genotypes cultivated in cadmium supplemented soil. *Biology and Fertility of Soils*, 42, 267–272. DOI: 10.1007/s00374-005-0024-y
- Sah S., Krishnani S., Singh R. (2021). *Pseudomonas* mediated nutritional and growth promotional activities for sustainable food security. *Current Research in Microbial Sciences*, 2, 100084. DOI: 10.1016/j.crmicr.2021.100084
- Singh P., Singh R.K., Guo D.-J. et al. (2021). Whole genome analysis of sugarcane root-associated endophyte *Pseudomonas aeruginosa* B18-A plant growth-promoting bacterium with antagonistic potential against *Sporisorium scitamineum*. *Frontiers in Microbiology*, 12, 628376. DOI: 10.3389/fmicb.2021.628376
- Singh P., Singh R.K., Zhou Y. et al. (2022). Unlocking the strength of plant growth promoting *Pseudomonas* in improving crop productivity in normal and challenging environments: A review. *Journal of Plant Interactions*, 17(1), 220–238. DOI: 10.1080/17429145.2022.2029963
- Symolot O.V., Kocheva N.S. (2019). Impact assessment of bacterias of *Bacillus* and *Pseudomonas* genus on soy productivity. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 10–2(88). DOI: 10.23670/IRJ.2019.88.10.02 (in Russian).
- Tiwari P., Singh J.S. (2017). A plant growth promoting rhizospheric *Pseudomonas aeruginosa* strain inhibits seed germination in *Triticum aestivum* (L) and *Zea mays* (L). *Microbiology Research*, 8(2), 7233. DOI: 10.4081/mr.2017.7233
- Uzair B., Kausar R., Bano S.A. et al. (2018). Isolation and molecular characterization of a model antagonistic *Pseudomonas aeruginosa* divulging in vitro plant growth promoting characteristics. *BioMed Research International*, 1–7. DOI: 10.1155/2018/6147380
- Van Peer R., Niemann G.J., Schippers B. (1991). Induced resistance and phytoalexin accumulation in biological control of *Fusarium* wilt of carnation by *Pseudomonas* sp. strain WCS 417. *Phytopathology*, 81, 728–734.
- Vansuyt G., Robin A., Briat J.F., Curie C., Lemanceau P. (2007). Iron acquisition from Fe-pyoverdine by *Arabidopsis thaliana*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 20(4), 441–447. DOI: 10.1094/MPMI-20-4-0441
- Vyas P., Gulati A. (2009). Organic acid production in vitro and plant growth promotion in maize under controlled environment by phosphate-solubilizing fluorescent *Pseudomonas*. *BMC Microbiology*, 9, 1–15. DOI: 10.1186/1471-2180-9-174
- Xie H., Pasternak J.J., Glick B.R. (1996). Isolation and characterization of mutants of the plant growth-promoting rhizobacteria *Pseudomonas putida* GR12-2 that overproduce indoleacetic acid. *Current Microbiology*, 32, 67–71. DOI: 10.1007/s002849900012
- Zhardetskii S.S., Khrantsova E.A. (2018). Effect of *Pseudomonas mendocina* 9-40 IRR-producing strain on plant stress tolerance. In: *Biologicheski aktivnye preparaty dlya rastenievodstva. Nauchnoe obosnovanie – rekomendatsii – prakticheskie rezul'taty: mat-ly XIV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Biologically Active Preparations for Crop Production. Scientific Substantiation – Recommendations – Practical Results: Proceedings of the 14th International Scientific and Practical Conference] (in Russian).
- Zhardetskii S.S., Putinskaya A.Ya., Khrantsova E.A. (2005). Growth-stimulating activity of a mutant strain of *Pseudomonas mendocina* bacteria. *Vestnik BGU. Ser. 2: Khimiya. Biologiya. Geografiya*, 32–35 (in Russian).
- Zia R., Nawaz M.S., Siddique M.J., Hakim S., Imran A. (2020). Plant survival under drought stress: implications, adaptive responses, and integrated rhizosphere management strategy for stress mitigation. *Microbiology Research*, 242, 126626. DOI: 10.1016/j.micres.2020.126626

Information about the author

Irina I. Rassokhina – Researcher, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (56A, Gorky Street, Vologda, 160014, Russian Federation; e-mail: rasskhinairina@mail.ru)

АНАЛИЗ ЭКСПЕДИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВИР В 2023 ГОДУ

© Ухатова Ю.В., Хлесткина Е.К.,
Чухина И.Г., Озерская Т.М.



Юлия Васильевна Ухатова

Всероссийский институт генетических ресурсов растений
имени Н.И. Вавилова

Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: y.ukhatova@vir.nw.ru

ORCID: [0000-0001-9366-0216](https://orcid.org/0000-0001-9366-0216) ResearcherID: [AAU-8756-2020](https://orcid.org/AAU-8756-2020)



Елена Константиновна Хлесткина

Всероссийский институт генетических ресурсов растений
имени Н.И. Вавилова

Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: director@vir.nw.ru

ORCID: [0000-0002-8470-8254](https://orcid.org/0000-0002-8470-8254) ResearcherID: [T-2734-2017](https://orcid.org/T-2734-2017)



Ирина Георгиевна Чухина

Всероссийский институт генетических ресурсов растений
имени Н.И. Вавилова

Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: i.chukhina@vir.nw.ru

ORCID: [0000-0003-3587-6064](https://orcid.org/0000-0003-3587-6064) ResearcherID: [AAC-5961-2021](https://orcid.org/AAC-5961-2021)



Татьяна Михайловна Озерская

Всероссийский институт генетических ресурсов растений
имени Н.И. Вавилова

Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: ozerskaya24@list.ru

ORCID: [0000-0002-5831-506X](https://orcid.org/0000-0002-5831-506X)

В настоящем обзоре представлены основные краткие сведения об экспедициях ВИР в 2023 году. Сотрудниками ВИР проведено 7 экспедиционных обследований различных регионов России. Экспедиционными отрядами осуществлен мониторинг биоразнообразия и анализ флоры Архангельской области (включая острова Соловецкого архипелага), Сахалина, Камчатки, Удмуртии, Якутии, юга России. В результате экспедиций ВИР в 2023 году привлечен в коллекцию растительный материал в виде семян, черенков, живых растений и гербария. В ходе экспедиционных обследований различных регионов России, в том числе арктических, в коллекцию были мобилизованы образцы практически всех основных групп культур. Образцам, собранным в новых экспедиционных обследованиях, предстоит пройти регистрацию в коллекции ВИР, а затем оценку и инвентаризацию на предмет включения в национальный каталог особо ценных образцов генетических ресурсов

растений. Гербарные образцы, собранные в экспедициях, надлежит регистрировать в коллекции ВИР и других коллекциях, состоящих в реестре Index Herbariorum Rossicum, а затем на основе оценки включать в состав гербария Национального центра генетических ресурсов растений. По итогам инвентаризации действующих коллекций генетических ресурсов растений образцам может быть присвоен статус особо ценных.

Дикие родичи культурных растений, коллекция ВИР, гербарий Национального центра генетических ресурсов растений, особо ценные образцы генетических ресурсов растений, интродукционно-карантинный питомник, экспедиция.

Благодарность

Настоящий обзор подготовлен в рамках реализации Программы развития Национального центра генетических ресурсов растений по соглашению с Минобрнауки России от 15 февраля 2024 года № 075-02-2024-1090.

Введение

Генетические ресурсы культурных растений и их диких родичей являются одним из важнейших компонентов растительного биологического разнообразия (биоразнообразия), т.к. они имеют фактическую или потенциальную ценность для производства продуктов питания, устойчивого развития экологически безопасного сельского хозяйства, создания сырья для промышленности. Именно поэтому проблемы сбора и сохранения генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей являются государственными, стратегически важными и непосредственно связаны с обеспечением как национальной, так и глобальной продовольственной безопасности. Необходимость сбора и сохранения биоразнообразия для нынешних и будущих поколений также обусловлена тем, что из-за бурного развития научно-технического прогресса, интенсификации производства в аграрном секторе, широкого распространения генетически модифицированных культур значительно возросла угроза их сокращения и/или полного исчезновения. В то же время благодаря использованию новейших технологий, развитию геномной инженерии и биотехнологии значительно возросла ценность и роль зародышевой

плазмы растений как исходного материала (Хлесткина, Чухина, 2020).

ВИР является одним из главных держателей и хранителей коллекций генетических ресурсов культурных растений, который вот уже более 120 лет занимается вопросами сбора, сохранения, изучения и рационального использования культурных растений и их диких родичей. В 2024 году исполняется 100 лет одной из наиболее известных экспедиций Николая Ивановича Вавилова – Афганистанской экспедиции, в ходе которой было собрано свыше 7000 образцов зерновых культур «преимущественно в зерне и колосьях», в их числе образцы 47 разновидностей мягкой пшеницы и дикие формы ржи (Вавилов, 1925). Приведем цитату Н.И. Вавилова из материалов его доклада в 1925 году: «Весь полученный материал высевается нынешним летом в разных условиях на станциях и посевных участках Отдела Прикладной Ботаники и Селекции – в Туркестане, на Кубани, на Украине, в Воронежской губ. и, частью, на севере. При большой научной ценности собранный экспедицией материал может иметь и значительный практический интерес. Многие образцы пшениц, взятые в зонах предельной культуры с коротким вегетационным периодом и большими зимними холодами, а также в

неполивных районах сев. Афганистана, дадут возможность выделить наиболее холодостойкие и засухоустойчивые формы для наших условий» (Вавилов, 1925). В XXI веке эти образцы являются одними из наиболее ценных образцов коллекции ВИР.

В настоящее время в *ex situ* коллекциях института сохраняется в живом виде более 320 тыс. образцов генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей и гербарий, насчитывающий свыше 380 тысяч гербарных листов.

Экспедиционная деятельность сотрудников ВИР в течение 130-летней истории института направлена на мониторинг биоразнообразия, поиск ценных образцов для включения в состав коллекции генетических ресурсов растений (ГРР) с целью их дальнейшего использования в селекции в качестве источников хозяйственно-ценных признаков. Важность данного мероприятия подчеркнута Указом Президента Российской Федерации от 8 февраля 2022 года № 44 «О Национальном центре генетических ресурсов растений», пункт 3д которого говорит о необходимости создания и пополнения гербария Национального центра как об одной из основных функций. Основной составляющей этого гербария станут особо ценные образцы генетических ресурсов растений, в том числе собранные на территории регионов России. При этом статус особо ценных образцов присваивается по итогам инвентаризации действующих коллекций ГРР. Образцам, собранным в новых экспедиционных обследованиях ВИР и других организаций (или мобилизованных иными способами), также предстоит пройти регистрацию в коллекциях соответствующих организаций, а затем оценку и инвентаризацию на предмет включения в национальный каталог особо ценных образцов ГРР. Ана-

логичным образом гербарные образцы, собранные в экспедициях, надлежит регистрировать в коллекциях, состоящих в реестре Index Herbariorum Rossicum¹, а затем на основе оценки включать в состав гербария Национального центра.

Гербарий Национального центра генетических ресурсов растений России (далее гербарий НЦ ГРР) – это сетевая научная гербарная коллекция, создаваемая на основе Гербария культурных растений мира, их диких родичей и сорных растений [WIR] ВИР им. Н.И. Вавилова (головная организация) и соответствующих гербарных коллекций научных организаций и образовательных организаций высшего образования (организации-участники). Гербарий НЦ ГРР призван документировать особо ценные образцы генетических ресурсов растений, в том числе включенные в национальный каталог особо ценных образцов генетических ресурсов растений. Национальный каталог особо ценных образцов генетических ресурсов растений – целенаправленно создаваемое научно-систематизированное собрание особо ценных образцов из мировой коллекции ВИР и биоресурсных коллекций культурных растений и их диких родичей научно-исследовательских учреждений Российской Федерации (далее – национальный каталог).

В 2023 году сотрудниками института и филиалов проведено 7 экспедиций по территории России. Их целью был сбор староместных, селекционных, дикорастущих образцов семян и живых растений различных групп культур, а также гербария. Были обследованы районы Архангельской области (включая Соловецкий архипелаг), Сахалина, Камчатки, Удмуртии, Якутии, юга России.

В ВИР развиваются теория и методология целенаправленной интродукции ми-

¹ Index Herbariorum Rossicum // ФГБУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН. URL: <https://www.binran.ru/resources/current/herbaria> (дата обращения 20.06.2024).

ровых генетических ресурсов, устойчивых к неблагоприятным факторам среды на базе геоинформационных технологий, позволяющих картировать на территории России и других стран места сбора важнейших для селекции сельскохозяйственных культур с генетическими системами устойчивости к неблагоприятным факторам среды. На основе сопряженного анализа компьютерных карт ареалов дикорастущих видов и родичей культурных растений и факторов среды, лимитирующих распространение этих видов, определялись перспективные районы для целенаправленного сбора образцов, маршруты экспедиции составлялись в соответствии

с методическими указаниями ВИР (Смекалова и др., 2019).

В ходе экспедиционных обследований различных регионов России, в том числе арктических, в коллекцию были мобилизованы образцы практически всех основных групп культур.

В 2023 году при поддержке бюджетных и внебюджетных источников сотрудники ВИР приняли участие в семи экспедициях по различным регионам России (табл.).

Экспедиционные обследования в 2023 году осуществлялись сотрудниками ВИР в рамках темы НИР «Обеспечение сохранения и пополнения коллекции генетических ресурсов растений» при выполнении

Таблица. Экспедиционные обследования, проведенные в 2023 году сотрудниками ВИР

№	Тематика экспедиции	Районы обследования	Собранные образцы
1	Комплексная экспедиция по мониторингу и сбору плодовых, ягодных, кормовых, овощных культур и др.	Якутия, Хангаласский улус, Национальный парк «Ленские столбы»	ДРКР плодовых, ягодных, кормовых, овощных, пряно-вкусовых и лекарственных культур и др.
2	Экспедиция по сбору генетического материала плодовых культур	Камчатский край: Мильковский район, Быстринский район, Елизовский район	Образцы жимолости (из числа жимолости камчатской <i>Lonicera caerulea</i> var. <i>Kamtschatica</i> Sevast. и др.), княженики, черемухи
3	Обследование с целью сбора и изучения генетических ресурсов растений по территории Соловецкого архипелага	Соловецкий архипелаг (Архангельская обл.)	Гербарий ДРКР и кормовые, плодово-ягодные и овощные культуры
4	Сезонное экспедиционное обследование территории Удмуртии с целью пополнения коллекции местным посевным и посадочным материалом	Южные и центральные районы Удмуртии (Ижевск, Воткинск, Сарапул, Якшур-Бодья, Можга), Нижний Новгород, Казань	Овощные, плодовые, ДРКР овощных и др.
5	Комплексная экспедиция по сбору и изучению генетических ресурсов растений по территории Архангельской области	Каргопольский, Плесецкий, Няндома, Холмогорский, Виноградовский, Пинежский (южная часть) районах Архангельской области	Гербарий ДРКР
6	Экспедиция по сбору и изучению генетических ресурсов растений острова Сахалин (Сахалинская обл.)	о. Сахалин, северные, центральные и южные районы	Овощные, плодовые, ДРКР овощных, лекарственных, плодовых, кормовых и др.
7	Комплексная экспедиция по сбору и изучению генетических ресурсов растений по территории центральной части России и северного Предкавказья	Тамбовская, Волгоградская, Астраханская области, Республики Дагестан, Чечня Ингушетия, Кабардино-Балкария, Адыгея, Ставропольский и Краснодарский край	Гербарий ДРКР и кормовые, плодово-ягодные и овощные культуры

Источник: данные авторов.

договора № 33_01_08_23 ВИР с Министерством агропромышленного комплекса и торговли Архангельской области, а также при поддержке Программы развития Национального центра генетических ресурсов растений, утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2023 года № 2496-р.

Комплексная экспедиция по мониторингу и сбору плодовых, ягодных, кормовых, овощных и других культур на территории Хангаласского улуса Республики Саха (Якутия) позволила продолжить плановые многолетние наблюдения за флорой Якутии в 2020, 2022 и 2023 гг. (Таловина и др., 2023; Таловина и др., 2024). В ходе экспедиционных обследований ученые ВИР, Якутского НИИСХ и Национального парка «Ленские столбы» определили видовой состав диких родичей культурных растений (ДРКР) и собрали гербарный материал плодовых, ягодных, кормовых, овощных, пряно-вкусовых, лекарственных культур, который передан на хранение в гербарии ВИР и Якутского НИИСХ.

Экспедиционным отрядом было определено 288 видов представителей ДРКР во флоре высших растений Хангаласского улуса. Учеными выявлены флористические районы с наиболее богатым видовым разнообразием (более 50% от общего числа видов ДРКР Якутии) на юге Якутии: Центрально-Якутский, Верхнеленский и Алданский. Кроме того, установлена степень распространения различных видов ДРКР и проведена дифференциация видов по данному признаку, выявлены 26 широко распространенных и 70 малораспространенных видов ДРКР. Показано, что все виды ДРКР Якутии могут представлять интерес как исходный материал для селекции и перспективны для дальнейшего изучения (Таловина и др., 2024). Отметим, что экспедиционные обследования привлекли молодых ученых, которые стремятся делиться опытом с коллегами из разных научных организаций и

вузов. Так, например, Анастасия Кутукова не только проявила себя во время экспедиции как вдумчивый исследователь, но и представила материал о прошедшей экспедиции на Вавиловской школе молодых ученых на Кубанской опытной станции – филиале ВИР в 2024 году.

В целях пополнения коллекции плодовых и ягодных культур образцами с высокой степенью адаптации к экстремальным условиям среды в 2023 году была организована и проведена экспедиция по территории четырех районов Камчатского края: Елизовского, Мильковского, Быстринского и Усть-Камчатского. В качестве основного объекта мониторинга и сбора коллектив исследователей обозначил жимолость камчатскую (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* Sevast.) – один из подвигов жимолости синей, распространенный во всех районах Камчатского края. В результате проведенных обследований территорий и оценки найденных популяций выявлены формы жимолости камчатской с высокой урожайностью, крупными плодами (массой свыше 1 г), внешне привлекательные по форме и окраске. Исследователи отметили широкий диапазон изменчивости найденных форм жимолости как по форме плодов (от кувшиновидной до овальной), так и по окраске (от белесоголубой до фиолетово-синей). Оценивали также вкусовые качества плодов. Для дальнейшего использования в селекционной работе провели сбор плодов с наиболее выделившихся растений, части которых привлекли в гербарий. Всего в ходе экспедиции собрали и описали 51 форму *Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* Sevast. Большой интерес для фундаментальных и прикладных исследований представляют высокая степень полиморфизма камчатских форм жимолости и их хозяйственно-ценные признаки, составляющие потенциал для вовлечения в исследования (Русакова и др., 2023).

В рамках экспедиционного обследования «Выполнение научно-исследовательских работ по мобилизации генетических ресурсов дикорастущих или староместных кормовых трав, плодово-ягодных и овощных культур в Соловецком районе Архангельской области» в 2023 году проведена мобилизация генетических ресурсов дикорастущих родичей культурных растений Соловецкого района Архангельской области с целью выявления перспективных образцов для современной селекции. В ходе работ решались следующие задачи: сбор семенного материала исследуемых образцов культур для введения в селекционный процесс; пополнение гербарной коллекции диких родичей культурных растений, построение карт мест нахождения собранных образцов и сопровождение координатной базой данных. В рамках экспедиции проводили обучение студентов магистратуры НТУ «Сириус» основам экспедиционной работы, сбору гербарных образцов и описанию местности. Проведен анализ видового состава растительных сообществ на островах Большой Соловецкий, Анзер, Заяцкий. Собрано 15 гербарных образцов, переданных на хранение в коллекцию ВИР.

Маршрут следующей экспедиции 2023 года проходил по территории Республики Удмуртия, где до сих пор сохранились традиционные занятия садоводством и огородничеством, в связи с чем возможен сбор местных, стародавних сортов, а также знакомство с ассортиментом овощных культур, предлагаемым местными частными предпринимателями. За время экспедиции было обследовано 27 точек, на которых суммарно провели сбор 310 образцов, в том числе 31 представителя ДРКР и 279 культурных форм. Всего 43 образца овощных и бахчевых культур предоставлено местными фермерами и селекционерами, среди наиболее интересных находок экспедиции – несколько

уникальных образцов местной брюквы – калеги, отличающейся устойчивостью к киле и предположительно высоким содержанием сахаров. В результате сборов после изучения на полях интродукционно-карантинного питомника будет пополнена коллекция томата, перца, тыквы, лука репчатого, чеснока и капусты образцами, которые отбирались местными жителями в течение нескольких лет.

В 2022 году по договору Министерства агропромышленного комплекса и торговли Архангельской области с ВИР («Выполнение научно-исследовательских работ по мобилизации генетических ресурсов дикорастущих или староместных кормовых трав, плодово-ягодных и овощных культур в Архангельской области», договор № 33_01_18_22) проведены обследования Онежского, Пинежского, Мезенского и Лешуконского районов Архангельской области (Шипилина, 2022а; Шипилина, 2022b). Результаты данного исследования показали потенциал районов Архангельской области в части наличия ДРКР кормовых, зерновых, плодовых культур, в связи с чем стала очевидной необходимость продолжения исследований территории других районов региона.

В продолжение исследований в 2023 году по договору Министерства агропромышленного комплекса и торговли Архангельской области с ВИР («Выполнение научно-исследовательских работ по мобилизации генетических ресурсов дикорастущих или староместных кормовых трав, плодово-ягодных и овощных культур в Архангельской области» в 2023 году, договор №33_01_08_23) была проведена экспедиция по территории других районов области. Основная цель данного исследования – выявление перспективных образцов для современной селекции. В ходе работ решались задачи по мобилизации генетических ресурсов дикорастущих, староместных кормовых трав,

плодово-ягодных и овощных культур в Каргопольском, Плесецком, Няндомском, Холмогорском, Виноградовском, Пинежском (южная часть) районах Архангельской области, сбору семенного материала исследуемых образцов культур для введения в селекционный процесс; пополнению гербарной коллекции диких родичей культурных растений, которые включали кормовые травы, плодово-ягодные и овощные культуры; построения карт мест нахождения собранных образцов с сопровождением координатной базой данных.

В ходе работ был проведен анализ видового состава луговых сообществ. Определено, что злаковые и бобовые виды необходимо использовать как источник для местной селекции, так как именно здесь отмечается высокая устойчивость к поражению грибными болезнями, включая спорынью и ржавчину. Собраны и привлечены в коллекцию 110 гербарных и 11 семенных образцов луговых трав, 12 живых образцов земляники лесной (*F. vesca* L.), зеленой (*F. viridis* Weston) и мускусной (*F. moschata* Weston).

Программой развития Национального центра генетических ресурсов растений (далее – Программа) было запланировано проведение двух экспедиционных обследований территории России. В рамках реализации мероприятий Программы осуществлена экспедиция по сбору и изучению генетических ресурсов растений острова Сахалин. Маршрут экспедиции составил около 2500 км и был проложен с севера на юг острова, охватывая большинство как административных районов (Анивский, Долинский, Корсаковский, Макаровский, Невельский, Ногликский, Охинский, Поронайский, Смирныховский, Томаринский, Тымовский, Холмский), так и геоботанических выделов. Объектами сбора и изучения стали плодовые, кормовые злаковые и бобовые, овощные культуры и их дикие родичи, а

также декоративные и сорные растения. По результатам настоящего обследования привлечено в коллекцию 78 образцов семян (как дикорастущих, так и культурных растений), 29 образцов – в виде черенков, 48 образцов – саженцев, живых растений, собрано 186 гербарных образцов представителей диких родичей культурных растений (более 220 гербарных листов). Экспедиционный материал получил интродукционные номера и передан в ресурсные подразделения ВИР, гербарий поступил в коллекцию Гербария культурных растений мира, их диких родичей и сорных растений ВИР (WIR).

Впервые за последние 20 лет в рамках реализации Программы была обследована Центральная часть России и северного Предкавказья, с целью наиболее полной мобилизации всех возможных культурных растений и их диких родичей (Шипилина и др., 2023). Протяженность маршрута составила 8500 км. Маршрут экспедиции прошел по территории Тамбовской, Саратовской, Волгоградской, Астраханской областей, Калмыкии, Дагестана, Ингушетии, Чеченской Республики, Северной Осетии, Кабардино-Балкарии, Адыгеи, Ставропольского края. Обследованы районы Приволжской возвышенности (возвышенность Ергени), западная часть Прикаспийской низменности, Ставропольская возвышенность. Уникальные почвенно-климатические условия определяют самобытный облик растительного покрова региона кальцефильного эколого-флористического комплекса, представители которого связаны с меломергелистыми обнажениями и являются примером устойчивости к жестким климатическим условиям. Предгорные районы Кавказа характеризуются большим разнообразием плодовых и декоративных растений: здесь обитают *Pyrus caucasica* с крупными плодами, редкие виды лещины (*Corylus maxima* Mill.,

Corylus pontica C. Koch.), яблоня восточная (*Malus orientalis* Uglitzk.), жимолость грузинская (*Lonicera iberica* Bieb.), ежевика кавказская (*Rubus caucasicus* Focke), боярышник пятилопастной, мелколистный и согнутостолбиковый (*Crataegus pentagina*, *C. microphylla*, *C. curvisepala* Lindm.), а также декоративные растения (*Eyonimus verrucosa* Scop., *Cyclamen* sp., *Actaea spicata* L., *Thalictrum simplex* L., *Polygonatum officinale* All., *Geranium sylvaticum* L., виды рода *Lilium* L., *Alcea rugosa* Alef., *Paeonia caucasica* (Schipcz.) Schipcz., *Verbascum thapsus* L., *Gentiana cruciata* L. и *G. djimilensis* C. Koch.). На водоразделах Кубанской равнины, чаще в долинах рек, местами сохранились остатки сухих лесов и редколесий, так называемые хмеречи, где местное население пасет скот и где кроме травянистой степной растительности встречаются дуб, груша,

татарский клен, терн, шиповник и ежевика. В связи с этим особую актуальность на данных территориях приобретает изучение ДРКР, обладающих рядом особенностей, в частности высокой засухоустойчивостью, солеустойчивостью. Всего в ходе экспедиции собрано 519 образцов культурных растений и их диких родичей, из них 200 гербарных образцов, 323 образца семян, 2 образца черенков.

В ходе экспедиционных обследований различных регионов России, в том числе арктических, в 2023 году в коллекцию ВИР были мобилизованы образцы практически всех основных групп культур (в виде семян, черенков, живых растений, гербария). Собранные в экспедициях образцы переданы в отдел интродукции ВИР на регистрацию для размножения, трехлетнего изучения и последующего включения в коллекцию ВИР.

ЛИТЕРАТУРА

- Вавилов Н.И. (1925). Афганистанская экспедиция: (из доклада проф. Н.И. Вавилова в открытом заседании совета Г.И.О.А. об экспедиции в Афганистан в 1924 г.) // Известия гос. ин-та опытной агрономии. Т. 3. № 2/4. С. 82–90.
- Русакова Е.А., Петруша Е.Н., Тихонова Н.Г. (2023). Экспедиция по сбору генетического материала жимолости камчатской *Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* Sevest // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: мат-лы XXIV Междунар. науч. конф., посв. 300-летию Российской академии наук. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 72–76. DOI: 10.53657/KVPGI041.2023.65.51.015
- Смекалова Т.Н., Озерская Т.М., Дзюбенко Н.И. (2019). Методические указания по проведению экспедиционных обследований ВИР / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр – Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова. 43 с.
- Таловина Г.В., Корнюхин Д.Л., Харченко А.А. (2023). Новые данные о разнообразии диких родичей культурных растений Сахалина по результатам экспедиции в 2023 году // Vavilovia. № 4. С. 25–44. DOI: 10.30901/2658-3860-2023-4-03
- Таловина Г.В., Попова А.С., Кутукова А.С. [и др.] (2022). Распространение дикорастущих видов смородины (*Ribes* L.) на территории Республики Саха (Якутия) // Vavilovia. Т. 5. № 3. С. 10–20. DOI: 10.30901/2658-3860-2022-3-03
- Таловина Г.В., Шелуховская Л.В., Кутукова А.С. [и др.] (2024). Дикие родичи культурных растений Якутии: анализ распространенности видов для целей отбора ценных для селекции форм // International Agricultural Journal. № 2. С. 225–238. DOI: 10.55186/25876740_2024_8_2_1
- Хлесткина Е.К., Чухина И.Г. (2020). Генетические ресурсы растений: стратегия сохранения и использования // Вестник РАН. Т. 90. № 6. С. 522–527.
- Шипилина Л.Ю. (2023а). Дикорастущие или староместные кормовые травы, плодово-ягодные, овощные и злаковые культуры в Архангельской области // АгроЗооТехника. Т. 6. № 3. DOI: 10.15838/alt.2023.6.3.6. URL: <http://azt-journal.ru/article/29699>

Шипилина Л.Ю. (2023b). Выполнение научно-исследовательских работ по мобилизации генетических ресурсов дикорастущих или староместных кормовых трав, плодово-ягодных и овощных культур в Архангельской области: отчет о науч.-исслед. работе. 95 с.

Шипилина Л.Ю., Мифтахова С.Р., Лебедева Н.В., Багмет Л.В. (2023). Культурные растения и их дикие родичи Центральной России и Северного Кавказа (результаты экспедиции 2023 года) // Vavilovia. № 4. С. 45–62. DOI: 10.30901/2658-3860-2023-4-04

Сведения об авторах

Ухатова Юлия Васильевна – кандидат биологических наук, заместитель директора по научно-организационной работе, Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (Российская Федерация, 190031, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42, 44; e-mail: y.ukhatova@vir.nw.ru)

Елена Константиновна Хлесткина – доктор биологических наук, профессор РАН, директор, Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (Российская Федерация, 190031, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42, 44; e-mail: director@vir.nw.ru)

Ирена Георгиевна Чухина – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (Российская Федерация, 190031, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42, 44; e-mail: i.chukhina@vir.nw.ru)

Татьяна Михайловна Озерская – старший научный сотрудник, Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (Российская Федерация, 190031, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42, 44; e-mail: ozerskaya24@list.ru)

ANALYSIS OF VIR EXPEDITION ACTIVITIES IN 2023

Ukhatova Yu.V., Khlestkina E.K., Chukhina I.G., Ozerskaya T.M.

This review presents the main summary of VIR expeditions in 2023. VIR scientists conducted 7 expedition surveys of different Russia's regions. The expedition teams monitored biodiversity and analyzed the flora of the Arkhangelsk Region (including the islands of the Solovetsky archipelago), Sakhalin, Kamchatka, Udmurtia, Yakutia, and southern Russia. Plant material in the form of seeds, cuttings, live plants and herbarium was attracted to the collection as a result of VIR expeditions in 2023. During expedition surveys of various Russia's regions, including the Arctic, samples of almost all major crop groups were mobilized to the collection. The specimens, collected in the new expedition surveys, are to be registered in the VIR collection and then evaluated and inventoried for inclusion in the national catalog of especially valuable specimens of plant genetic resources. Herbarium specimens collected on expeditions should be registered in the VIR collection and other collections in the Index Herbariorum Rossicum, and then, on the basis of evaluation, included in the herbarium of the National Center for Plant Genetic Resources. Specimens may be assigned the status of especially valuable based on the results of inventory of existing collections of plant genetic resources.

Wild relatives of cultivated plants, VIR collection, herbarium of the National Center for Plant Genetic Resources, especially valuable specimens of plant genetic resources, introduction and quarantine nursery, expedition.

REFERENCES

- Khlestkina E.K., Chukhina I.G. (2020). Plant genetic resources: Conservation and utilization strategy. *Vestnik RAN*, 90(6), 522–527 (in Russian).
- Rusakova E.A., Petrusha E.N., Tikhonova N.G. (2023). Expedition to collecting mission of genetic material of Kamchatka honeysuckle *Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* Sevest. In: *Sokhranenie bioraznobraziya Kamchatki i prilgayushchikh morei: mat-ly KhXIV Mezhdunar. nauch. konf., posv. 300-letiyu Rossiiskoi akademii nauk* [Conservation of Biodiversity of Kamchatka and Coastal Waters: Materials of 24th International Scientific Conference, Dedicated to the 300th Anniversary of Russian Academy of Sciences]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress. DOI: 10.53657/KBPGI041.2023.65.51.015 (in Russian).
- Shipilina L.Yu. (2023a). Wild and old-local forage grasses, fruit and berry, vegetable and cereal crops in the Arkhangelsk Oblast. *AgroZooTekhnika=Agricultural and Lifestock Technology*, 6(3). DOI: 10.15838/alt.2023.6.3.6. Available at: <http://azt-journal.ru/article/29699> (in Russian).
- Shipilina L.Yu. (2023b). *Vypolnenie nauchno-issledovatel'skikh rabot po mobilizatsii geneticheskikh resursov dikorastushchikh ili staromestnykh kormovykh trav, plodovo-yagodnykh i ovoshchnykh kul'tur v Arkhangel'skoi oblasti: otchet o nauch.-issled. rabote* [Research Work on Mobilization of Genetic Resources of Wild or Old-Growing Forage Grasses, Fruit and Berry and Vegetable Crops in the Arkhangelsk Region: Report on Scientific-Research Work].
- Shipilina L.Yu., Miftakhova S.R., Lebedeva N.V., Bagmet L.V. (2023). Cultivated plants and their wild relatives of Central Russia and the North Caucasus (results of the 2023 expedition). *Vavilovia*, 4, 45–62. DOI: 10.30901/2658-3860-2023-4-o4 (in Russian).
- Smekalova T.N., Ozerskaya T.M., Dzyubenko N.I. (2019). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu ekspeditsionnykh obsledovaniy VIR* [Methodological Guidelines for Conducting VIR Expedition Surveys]. Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Federal Research Center – All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov.
- Talovina G.V., Korniyukhin D.L., Kharchenko A.A. (2023). New data on the diversity of wild relatives of cultivated plants on Sakhalin based on the results of the expedition in 2023. *Vavilovia*, 4, 25–44. DOI: 10.30901/2658-3860-2023-4-o3 (in Russian).
- Talovina G.V., Popova A.S., Kutukova A.S. et al. (2022). The distribution of wild currants (*Ribes* L.) of the Sakha Republic (Yakutia). *Vavilovia*, 5(3), 10–20. DOI: 10.30901/2658-3860-2022-3-o3 (in Russian).
- Talovina G.V., Shelokhovskaya L.V., Kutukova A.S. et al. (2024). Wild relatives of cultivated plants of Yakutia: species prevalence analysis for selection of forms valuable for selection. *International Agricultural Journal*, 2, 225–238. DOI: 10.55186/25876740_2024_8_2_1 (in Russian).
- Vavilov N.I. (1925). Afghan Expedition: (from the report of Prof. N.I. Vavilov in the open session of the G.I.O.A. Council on the expedition to Afghanistan in 1924). *Izvestiya gos. in-ta opytnoi agronomii*, 3(2/4), 82–90 (in Russian).

Information about the authors

Ukhatova Yu.V. – Candidate of Sciences (Biology), deputy director for science and organizational work, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (42,44; Bolshaya Morskaya Street, Saint Petersburg, 190031, Russian Federation; e-mail: y.ukhatova@vir.nw.ru)

Elena K. Khlestkina – Doctor of Sciences (Biology), RAS Professor, Director, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (42, 44; Bolshaya Morskaya Street, Saint Petersburg, 190031, Russian Federation; e-mail: director@vir.nw.ru)

Irena G. Chukhina – Candidate of Sciences (Biology), Leading Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (42, 44; Bolshaya Morskaya Street, Saint Petersburg, 190031, Russian Federation; e-mail: i.chukhina@vir.nw.ru)

Tat'yana M. Ozerskaya – Senior Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (42, 44; Bolshaya Morskaya Street, Saint Petersburg, 190031, Russian Federation; e-mail: ozerskaya24@list.ru)

ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА МОЛОДНЯКА АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ ПРИ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ СОДЕРЖАНИЯ

© Эльжирокова З.Л., Краснова О.А., Тлецерук И.Р.,
Каиров В.Р., Улимбашев М.Б.



Залина Леонидовна Эльжирокова

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет
имени В.М. Кокова
Нальчик, Российская Федерация
e-mail: zalinae0585@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3443-714X



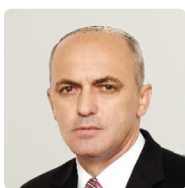
Оксана Анатольевна Краснова

Удмуртский государственный аграрный университет
Ижевск, Российская Федерация
e-mail: krasnova-969@mail.ru
ORCID: 0000-0002-0304-512X



Ирина Рашидовна Тлецерук

Майкопский государственный технологический университет
Майкоп, Российская Федерация
e-mail: irina.tletsruk@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-4673-4707



Валерий Рамазанович Каиров

Горский государственный аграрный университет
Владикавказ, Российская Федерация
e-mail: zzz-ppp432@mail.ru
ORCID: 0000-0001-6643-079X



Мурат Борисович Улимбашев

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр
Михайловск, Российская Федерация
e-mail: murat-ul@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-9344-5751 ResearcherID: C-3097-2018

Цель исследования – установить особенности роста телок и бычков, выращенных в подсосный период по системе «корова-теленки» с использованием пастбища и в ее отсутствие при подкормке концентратами и сеном. От коров весеннего отела сформировано 4 группы новорожденных телят абердин-ангусской породы по 25 голов в каждой. В контрольные группы вошли бычки и телки, содержавшиеся в подсосный период на пастбищах, в опытные – сверстники животных из контрольных групп, без пастбища с подкормкой концентратами и грубыми кормами. Все телята на-

ходились под матерями-кормилицами. У молодняка всех групп наиболее интенсивная скорость роста наблюдалась в первые месяцы онтогенеза, приходящиеся на подсосный период выращивания. За этот период у телок и бычков опытных групп среднесуточные приросты живой массы составили 975 и 1075 г соответственно, что выше значений, полученных от сверстников контрольных групп, в среднем на 134 г ($P > 0,999$) и 181 г ($P > 0,999$). Лидирующие позиции по этому показателю за весь период онтогенеза занимали бычки и телки без пастбищного содержания, которые превосходили сверстников, выращенных по системе отгонно-горного содержания в летний период на пастбищах, на 100 г ($P > 0,999$) и 60 г ($P > 0,999$) соответственно. К концу исследований наибольшее увеличение живой массы по сравнению со значениями при рождении зарегистрировано в группе бычков опытной группы – в 24,13 раза против 21,31 раза у сверстников контрольной группы. Различия между телками контрольной и опытной групп менее существенны, но, тем не менее, в пользу особей, которых в молочный период содержали без пастыбы с подкормкой сеном и концентратами.

Бычки, телки, абердин-ангусская порода, способ выращивания, живая масса, скорость роста.

Введение

Достижение высокой интенсивности роста молодняка возможно лишь при условии создания комфортных условий, обеспечивающих реализацию генетического потенциала мясной продуктивности (Краснова и др., 2018; Улимбашев и др., 2019; Тагиров и др., 2021). В случае несоответствия технологии содержания требованиям организма животному приходится приспосабливаться к существующим условиям внешней среды посредством увеличения затрат энергии, ухудшения состояния здоровья, снижения резистентности, что, в конечном итоге, приводит к заболеваниям, снижению продуктивности и излишним затратам кормов на производство продукции (Улимбашев, Касеева, 2014; Поддубская, 2020; Сафронова и др., 2023).

Общеизвестно, что разные сезоны рождения телят влияют на интенсивность выращивания, так как данное обстоятельство в значительной степени предопределяет технологию содержания животных (Зеленков и др., 2018; Ковалева и др., 2020; Насамбаев и др., 2020). Сезон рождения является одним из основных паратипических факторов, оказывающих

значительное влияние на рост и развитие животных, а также последующую продуктивность (Игнатьева и др., 2023). Бычки абердин-ангусской породы весенних и летних месяцев рождения, обеспеченные в первые месяцы индивидуального развития пастбищами, по интенсивности роста до годовалого возраста превосходили сверстников, рожденных в зимний период (Сидунов и др., 2022).

Установлены существенные изменения живой массы телят абердин-ангусской породы в первые шесть месяцев индивидуального развития, обусловленные высокими среднесуточными приростами в первые три месяца выращивания (899–1440 г) и последующим закономерным снижением ввиду перехода на растительные корма (Портной, Липский, 2022).

Использование малозатратной интенсивно-пастбищной ресурсосберегающей технологии производства говядины путем экстенсивного доращивания в зимний период и интенсивного откорма бычков абердин-ангусской породы в течение двух пастбищных периодов позволяет реализовать бычков в 20-месячном возрасте с предубойной живой массой 502 кг и среднесуточным приростом за весь производ-

ственный цикл 795 г (Зубенко, Лакомкин, 2018).

Разные технологии и способы содержания бычков в послеотъемный период оказали значительное влияние на мясную продуктивность. Так, в результате убоя бычков, выращенных в зимний период при привязной технологии, а летом путем организации нагула с подкормкой концентратами, получены более тяжеловесные туши (в среднем на 15,2–48,1 кг), нежели от сверстников из капитальных помещений, откормочных площадок и боксов круглогодичного содержания со свободным выходом на выгульно-кормовые дворы (Козлова, Сударев, 2021).

Заслуживает положительной оценки организация кормления, разработанная в племенном заводе ООО «Спутник-Агро» Ленинградской области, которая позволяет активно и рационально использовать пастбища, а концентраты добавлять только при выращивании молодняка в зимний период. Применение культурных пастбищ, которые разделяются на участки, а также регулярной ротации дает возможность рационально использовать травостой и получать высокие среднесуточные приросты живой массы в летний период содержания (Козлов, Митрофанова, 2023).

Использование дифференцированных рационов кормления мясного скота по возрасту и планируемому приросту способствует более интенсивному росту телят, нежели выращивание по нормам кормления, но с уменьшением планируемого среднесуточного прироста с возрастом. К 8-месячному возрасту различия по живой массе достигли 32 кг, среднесуточным приростам – 290 г в среднем на одну голову (Мошкина и др., 2016).

Выращивание телят в молочный период с использованием разных технологий кормления способствует неодинаковой скорости роста. В результате применения в основном рационе наряду с сеном и ком-

бикормом цельного молока по сравнению с заменителем (ЗЦМ) снижает затраты кормов на единицу прироста живой массы на 1,4% и повышает среднесуточный прирост живой массы на 3,7% (Радчиков и др., 2022).

Анализ более выгодного месяца отъема телят абердин-ангусской породы свидетельствует о том, что наиболее эффективным оказался отъем в возрасте 4 месяца, нежели в 6 месяцев. Несмотря на практически одинаковые значения живой массы и среднесуточных приростов нецелесообразно более продолжительное подсосное выращивание животных (Дедкова, Сергеева, 2023).

Сравнительный анализ роста молодняка при стойлово-пастбищной системе содержания с подкормкой в подсосный период сочными и концентрированными кормами и без таковой свидетельствует, что бычки, получавшие дополнительно корма, достигли к 15-месячному возрасту живой массы 384 кг против 335 кг при среднесуточном приросте 793 и 686 г соответственно (Приступа и др., 2020).

Себестоимость продукции мясного скотоводства можно значительно снизить путем увеличения удельного веса зеленых и пастбищных кормов в годовой структуре рациона (Инербаев и др., 2016).

Научная новизна исследования

Впервые в Северо-Кавказском федеральном округе в сравнительном аспекте изучена динамика роста молодняка абердин-ангусской породы, содержавшегося в подсосный период на пастбищах и без пастыбы.

Цель исследования – установить особенности роста телок и бычков, выращенных в подсосный период по системе «корова-теленки» с использованием пастыбы и в ее отсутствие при подкормке концентратами и сеном.

Для достижения цели исследований были поставлены следующие задачи:

- изучить динамику живой массы в возрастном аспекте;
- установить скорость и энергию роста в отдельные возрастные периоды и за весь производственный цикл выращивания;
- рассчитать коэффициент увеличения живой массы с возрастом по сравнению с массой при рождении.

Материал и методы исследований

Исследования проводились в ООО «Гарант-Агро» Кабардино-Балкарской Республики, занимающемся разведением крупного рогатого скота абердин-ангусской породы в период 2022–2023 гг.

Для изучения поставленной цели исследований от коров весеннего отела было сформировано 4 группы новорожденных телят абердин-ангусской породы по 25 голов в каждой. В контрольные группы вошли бычки и телки, содержащиеся в подсосный период на пастбищах, в опытные – сверстники животных из контрольных групп, без пастьбы с подкормкой концентратами и грубыми кормами. Все телята находились под матерями-кормилицами. По достижении 7-месячного возраста и до конца исследований (18 месяцев) условия содержания молодняка всех групп были идентичными.

Для изучения живой массы молодняка взвешивали при рождении, в возрасте 3, 7,

10, 12, 15 и 18 месяцев. На основании полученных значений рассчитали среднесуточные приросты и коэффициент увеличения живой массы в отдельные возрастные периоды по сравнению с массой при рождении.

Полученный цифровой материал обработан методами вариационной статистики с использованием ПК офисного программного комплекса «Microsoft Office» и программы «Excel» с обработкой данных в «Statistica 6.0» («StatSoftInc»). Достоверность разности значений показателей устанавливали по критерию Стьюдента при трех уровнях вероятности ($P > 0,95$; $P > 0,99$; $P > 0,999$).

Результаты исследований

О влиянии разных способов содержания в подсосный период выращивания на динамику живой массы молодняка можно судить по материалам, представленным в *таблице*.

Половой диморфизм по живой массе подопытных групп телят стал проявляться уже у новорожденного поголовья. Так, различия между контрольными и опытными группами телят разного пола варьировали в пределах 2,3–2,7 кг в пользу бычков ($P > 0,999$). Внутривидовые различия между группами были недостоверными и незначительными (0,2 кг).

Таблица. Возрастные изменения живой массы подопытных групп молодняка, кг ($X \pm m_x$)

Возраст, месяц	Группа			
	бычки		телки	
	контрольная	опытная	контрольная	опытная
При рождении	21,0 ± 0,25	20,8 ± 0,23	18,3 ± 0,22	18,5 ± 0,15
3	111,6 ± 1,07	132,8 ± 1,20	104,1 ± 0,36	122,1 ± 0,55
7 (205 дней)	204,6 ± 0,85	241,3 ± 0,91	190,7 ± 0,97	218,5 ± 0,82
10 (303 дня)	267,4 ± 1,67	316,0 ± 1,24	242,5 ± 1,18	272,5 ± 1,46
12 (365 дней)	319,3 ± 1,56	369,0 ± 1,62	276,3 ± 1,51	307,7 ± 1,36
15 (456 дней)	384,2 ± 1,75	436,7 ± 1,75	322,0 ± 2,05	355,3 ± 2,63
18 (547 дней)	447,6 ± 9,2	502,0 ± 1,68	367,2 ± 1,65	400,4 ± 2,02

Источник: данные авторов.

В возрасте 3 месяца отличия в пользу бычков опытной группы в сравнении с контрольными сверстниками составили 21,2 кг, $P > 0,999$, 7 месяцев – 36,7 кг, $P > 0,999$. По телкам указанные различия в эти возрастные периоды составили 18,0 кг, $P > 0,999$ и 27,8 кг, $P > 0,999$ соответственно. Превосходство по живой массе телят опытных групп разной половой принадлежности связано с технологией без пастбищного выращивания в подсосный период, когда они потребляли наряду с молоком матери концентрированные корма и сено, в то время как особи опытных групп особей потребляли молоко и травостой пастбищных кормов. Вероятно, для получения необходимого количества питательных веществ телки и бычки контрольных групп должны длительное время передвигаться по пастбищу, затрачивая на это энергетические ресурсы, тогда как сверстникам опытных групп корма задавались в кормушки, что обеспечивало потребности в полном объеме.

В последующий анализируемый возрастной период (10 месяцев) разница по живой массе между контрольными и опытными группами бычков и телок значительно увеличилась, составив 48,6 кг ($P > 0,999$) и 30,0 кг ($P > 0,999$) соответственно. По-видимому, отбивка от матерей и резкий переход на корма

растительного происхождения сильнее отразились на бычках и телках контрольных групп, на адаптацию желудочно-кишечного тракта которых требовалось значительно больше времени, нежели опытных групп, получавших в молочный период выращивания сено и концентраты. Указанная тенденция превосходства бычков и телок опытных групп над сверстниками контрольных групп сохранилась вплоть до окончания производственного цикла и составила по бычкам 54,4 кг, $P > 0,999$, телкам – 33,2 кг, $P > 0,999$.

Для выявления интенсивности роста подопытного молодняка рассчитали среднесуточные приросты живой массы в отдельные возрастные периоды и за весь период исследований (рис. 1).

У молодняка всех групп наиболее интенсивная скорость роста наблюдалась в первые месяцы онтогенеза, приходящиеся на подсосный период выращивания. За этот период у телок и бычков опытных групп среднесуточные приросты живой массы составили 975 и 1075 г соответственно, что выше значений, полученных от сверстников контрольных групп, в среднем на 134 г ($P > 0,999$) и 181 г ($P > 0,999$). В послемолочный возрастной период скорость роста молодняка всех групп закономерно снизилась в связи с исключением из рациона

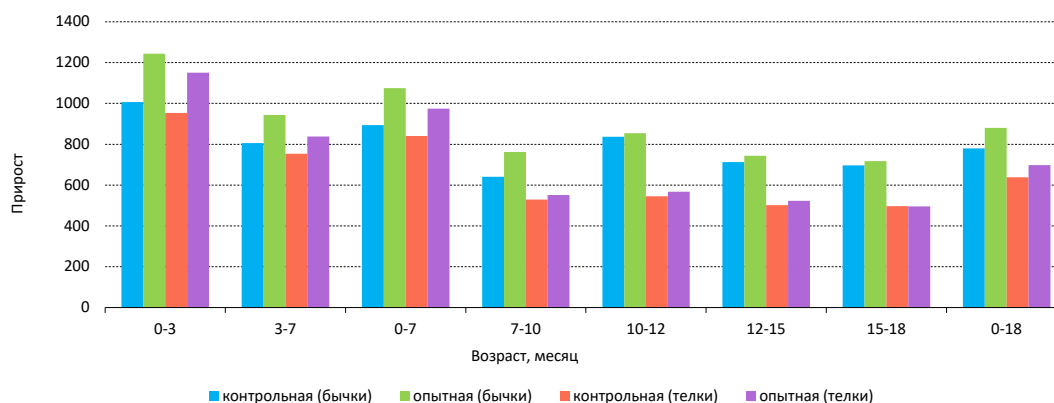


Рис. 1. Среднесуточные приросты живой массы молодняка контрольных и опытных групп, г

Источник: данные авторов.

молочных кормов, причем наибольшее снижение имело место в группах телок, нежели бычков.

В сравнении с предыдущим периодом среднесуточные приросты живой массы молодняка всех групп с 10 до 12 месяцев увеличились, более значительно у бычков – на 92–196 г против 16–17 г у телок. В дальнейшем (12–15 месяцев) бычки и телки опытных групп продолжали проявлять более высокий уровень среднесуточных приростов живой массы, однако различия несколько снизились и составили 31 г и 21 г соответственно. Превосходство опытных групп особей сохранилось и в конечный возрастной период производственного цикла.

В результате лидерство по значениям среднесуточного прироста живой массы за весь период онтогенеза было на стороне бычков и телок без пастбищного содержания в молочный период, которые превосходили сверстников, выращенных по системе отгонно-горного содержания в летний период на пастбищах, на 100 г ($P > 0,999$) и 60 г ($P > 0,999$) соответственно.

Энергия роста животных, выражаемая через относительную скорость роста, представлена на *рис. 2*.

Из представленной диаграммы отчетливо видно характерное для животных воз-

растное снижение энергии роста, которое в большей степени имело место у молодняка опытных групп, что, вероятно, объясняется их значительным превосходством над сверстниками контрольных групп в первые месяцы выращивания. Так, в возрасте от рождения до трех месяцев преимущество по относительной скорости роста бычков опытной группы составило 9,1 абс.%, телок – 7,5 абс.%. Начиная с трехмесячного возраста и до окончания молочного периода энергия роста подопытных групп теллят мало между собой различалась и была практически на одном уровне (56,6–58,8%). В послемолочный период выращивания половой диморфизм по интенсивности роста значительно увеличился, достигнув 2,7–4,8 абс.%. При этом у бычков контрольной и опытной групп межгрупповые различия по относительной скорости роста отсутствовали, тогда как телки опытной группы уступали сверстницам контрольной группы на 1,9 абс.%. В последующие возрастные периоды наблюдается тенденция превосходства по анализируемому показателю особей контрольных групп, что, вероятно, объясняется их отставанием в начальный период онтогенеза.

Для подтверждения полученных результатов интенсивности роста установили простые коэффициенты роста, ха-

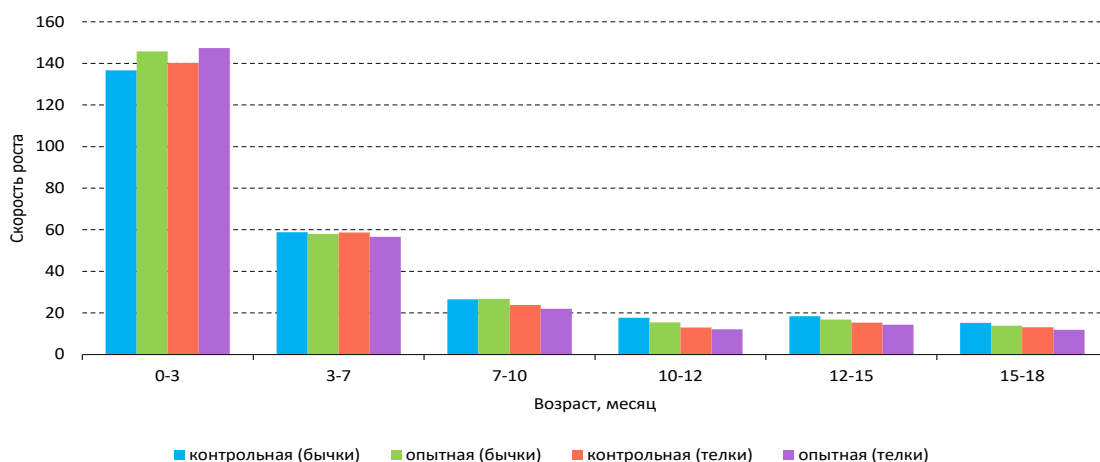


Рис. 2. Относительная скорость роста молодняка контрольных и опытных групп, %

Источник: данные авторов.

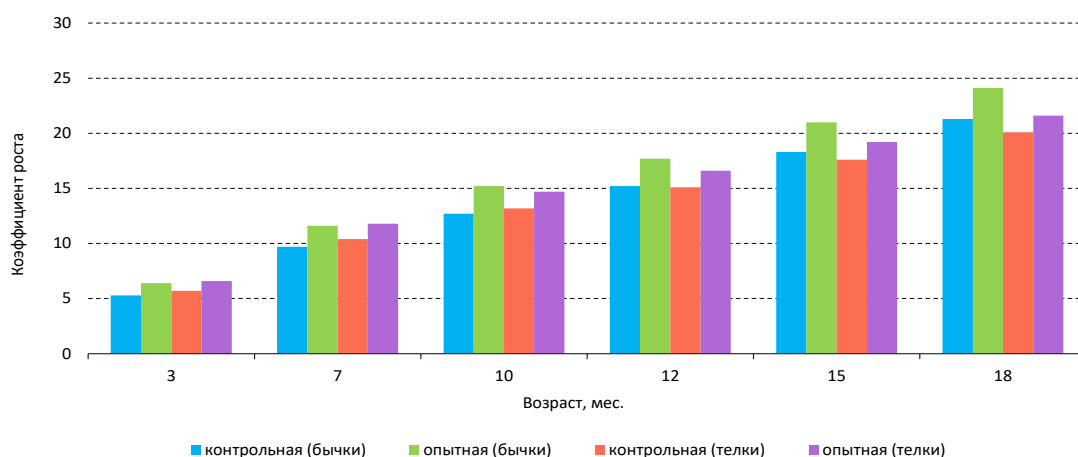


Рис. 3. Коэффициенты увеличения живой массы подопытных групп молодняка, раз

Источник: данные авторов.

рактически характеризующие увеличение живой массы молодняка в разные возрастные периоды по сравнению с периодом новорожденности (рис. 3).

Независимо от половой принадлежности телята опытных групп в отличие от контрольных увеличили живую массу в трех- и семимесячном возрасте по сравнению с массой при рождении на большую величину – в 6,38–6,60 и 11,6–11,81 раза соответственно против 5,31–5,69 и 9,74–10,42 раза у сверстников, содержащихся на пастбище.

К годовалому возрасту масса телок и бычков опытных групп увеличилась в 16,63–17,74 раза, что на 1,53–2,54 раза выше, чем в контрольных группах.

К концу исследований наибольший прирост живой массы зарегистрирован в группе бычков опытной группы – в 24,13 раза против 21,31 раза у бычков – сверстников контрольной группы. Различия между телками контрольной и опытной

групп хотя и были менее существенными, тем не менее, в пользу особей, которых в молочный период содержали без пастбы с подкормкой сеном и концентратами.

Заключение

Выращивание молодняка абердин-ангусской породы в подсосный период без пастбы с подкормкой сеном и концентратами в отличие от системы отгонно-горного содержания обеспечивает достижение телками и бычками более высоких весовых кондиций и интенсивности роста как в отдельные технологические периоды, так и за весь период производственного цикла.

В результате без пастбищного способа содержания в молочный период живая масса телят к концу технологического цикла увеличивается в 11,6–11,8 раза против 9,7–10,4 раза – у сверстников пастбищного содержания, производственного цикла – в 21,6–24,1 и 20,1–21,3 раза соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

- Дедкова А.И., Сергеева Н.Н. (2023). Оценка эффективности разных сроков отъема телят абердин-ангусской породы // Вестник аграрной науки. № 4 (103). С. 71–77. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2023.4.71
- Зеленков А.П., Зеленков П.И., Зеленкова Г.А., Пахомов А.П. (2018). Рост, развитие и оплата корма приростом молодняка красной степной породы в зависимости от сезона рождения // Проблемы развития АПК региона. № 3 (35). С. 101–104.

- Зубенко Э.В., Лакомкин В.А. (2018). Результаты использования абердин-ангусской породы в К(Ф)Х «Лакомкин В.А.» // Аграрный вестник Верхневолжья. № 4 (25). С. 48–54.
- Игнатьева Н.Л., Воронова И.В., Немцева Е.Ю., Зызарева Я.П. (2023). Развитие и продуктивные качества ремонтных телок в зависимости от сезона рождения // Ученые записки Казанской гос. академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. Т. 255. № 3. С. 182–185. DOI: 10.31588/2413_4201_1883_2_255_182
- Инербаев Б.О., Рыков А.И., Дуров А.С., Борисов Н.В., Храмцова И.А. (2016). Новое технологическое решение для мясной фермы по производству диетической говядины // Сибирский вестник с.-х. науки. № 5 (252). С. 41–47.
- Ковалева Г.П., Бобрышова Г.Т., Лапина М.Н., Сулыга Н.В., Витол В.А. (2020). Влияние сроков случек на некоторые показатели воспроизводства в мясном скотоводстве // Известия Горского гос. аграрн. ун-та. Т. 57. № 1. С. 32–37.
- Козлов К.Д., Митрофанова О.В. (2023). Технологические аспекты разведения мясного скота в племенном заводе ООО «Спутник-Агро» Ленинградской области // АгроЗооТехника. Т. 6. № 4. DOI: 10.15838/alt.2023.6.4.5
- Козлова Т.В., Сударев Н.П. (2021). Мясная продуктивность и качество кожевенного сырья бычков абердин-ангусской породы при разных технологиях содержания в условиях Тверской области // Аграрный вестник Верхневолжья. № 2 (35). С. 57–61. DOI: 10.35523/2307-5872-2021-35-2-57-61
- Краснова О.А., Хардина Е.В., Лошкарева М.В. (2018). Продуктивность крупного рогатого скота черно-пестрой породы при использовании природной кормовой добавки // Вестник Алтайского гос. аграрн. ун-та. № 4 (162). С. 111–115.
- Мошкина С.В., Михайлова О.А., Тормасова М.В. (2016). Эффективность различных схем выращивания молодняка специализированного мясного скота // Вестник мясного скотоводства. № 4 (96). С. 88–92.
- Насамбаев Е.Г., Ахметалиева А.Б., Нугманова А.Е., Досжанова А.О. (2020). Рост и развитие молодняка мясных пород в зависимости от породной принадлежности и сезона рождения // Известия Оренбургского гос. аграрн. ун-та. № 2 (82). С. 206–212.
- Поддубская Н.А. (2020). Показатели иммуногенетических особенностей естественной резистентности мясного скота в онтогенезе // Вестник Донского гос. аграрн. ун-та. № 4-1 (38). С. 40–46.
- Портной А.И., Липский К.А. (2022). Динамика продуктивных качеств телят абердин-ангусской породы, выращиваемых в КФХ «Весна-Агро» Горецкого района // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. № 25 (2). С. 3–10.
- Приступа В.Н., Колосов Ю.А., Торосян Д.С., Дороженко С.А. (2020). Некоторые зоотехнические и экономические аспекты интенсификации производства тяжеловесных говяжьих туш // Вестник Донского гос. аграрн. ун-та. № 2-1 (36). С. 17–22.
- Радчиков В.Ф., Глинкова А.М., Салаев Б.К., Марусич А.Г., Суденкова Е.Н. (2022). Выращивание телят в молочный период с использованием разных технологий кормления // Зоотехническая наука Беларуси. Т. 57. № 2. С. 28–35. DOI: 10.47612/0134-9732-2022-57-2-28-35
- Сафронова А.А., Джуламанов К.М., Герасимов Н.П., Дубовскова М.П. (2023). Гематологические параметры и гормональный профиль герефордских бычков разных генетических групп // Животноводство и кормопроизводство. Т. 106. № 2. С. 43–51.
- Сидунов С.В., Гуминская Е.Ю., Сидунова М.Н. [и др.] (2022). Интенсивность роста и развития молодняка абердин-ангусской породы белорусской селекции в зависимости от сезона рождения // Зоотехническая наука Беларуси. Т. 57. № 1. С. 125–133. DOI: 10.47612/0134-9732-2022-57-1-125-133
- Тагиров Х.Х., Николаева Н.Ю., Ишбердина Р.Р. (2021). Рост и мясная продуктивность молодняка герефордской породы в условиях юга Западной Сибири // Молочное и мясное скотоводство. № 2. С. 15–17. DOI: 10.33943/MMS.2021.78.96.003
- Улимбашев М.Б., Голембовский В.В., Вольный Д.Н. (2019). Состояние племенной базы мясного скотоводства Ставропольского края // Проблемы развития АПК региона. № 3 (39). С. 192–197.

Улимбашев М.Б., Касаева М.Д. (2014). Хозяйственно-полезные признаки голштинизированного черно-пестрого скота под влиянием паратипических факторов // Фундаментальные исследования. № 3–4. С. 763–765.

Сведения об авторах

Залина Леонидовна Эльжирокова – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова (Российская Федерация, 360000, г. Нальчик, пр. Ленина, д. 1в; e-mail: zalinae0585@gmail.com)

Оксана Анатольевна Краснова – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой, Удмуртский государственный аграрный университет (Российская Федерация, 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11; e-mail: krasnova-969@mail.ru)

Ирина Рашидовна Тлецерук – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Майкопский государственный технологический университет (Российская Федерация, 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191; e-mail: irina.tletseruk@yandex.ru)

Валерий Рамазанович Каиров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Горский государственный аграрный университет (Российская Федерация, 362040, г. Владикавказ, ул. Кирова, д. 37; e-mail: zzz-ppp432@mail.ru)

Мурат Борисович Улимбашев – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр (Российская Федерация, 356241, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49, e-mail: murat-ul@yandex.ru)

GROWTH INTENSITY OF YOUNG ABERDEEN ANGUS BREED UNDER DIFFERENT MAINTENANCE TECHNOLOGIES

Elzhirokova Z.L., Krasnova O.A., Tletseruk I.R.,
Kairov V.R., Ulimbashiev M.B.

The aim of the research is to determine the growth characteristics of heifers and steers raised in the suckling period under the cow-calf system with the use of grazing and in its absence with feeding with concentrates and hay. We formed four groups of newborn calves of the Aberdeen Angus breed from cows of spring calving, 25 heads in each group. The control groups included steers and heifers kept in the suckling period on pasture, while the experimental groups included peers of animals from the control groups without grazing and fed with concentrates and roughage. All calves were under nursing mothers. In young animals of all groups, the most intensive growth rate was observed in the first months of ontogenesis, falling on the suckling period of rearing. During this period, heifers and steers of the experimental groups had average daily live weight gains of 975 and 1075 g, respectively, which was 134 g ($P > 0.999$) and 181 g ($P > 0.999$) higher than the values obtained from the control groups. The leading positions in this indicator for the whole period of ontogenesis were occupied by steers and heifers without grazing, which outperformed their peers raised under the system of distant-mountain housing in the summer period on pastures by 100 g ($P > 0.999$) and 60 g ($P > 0.999$), respectively. By the end

of the study, the greatest increase in live weight compared to the values at birth was registered in the group of steers of the experimental group – 24.13 times against 21.31 times in the peers of the control group. Differences between heifers of the control and experimental groups are less significant, but, nevertheless, in favor of the individuals, which during the milk period were kept without grazing with feeding with hay and concentrates.

Steers, heifers, Aberdeen Angus breed, method of rearing, live weight, growth rate.

REFERENCES

- Dedkova A.I., Sergeeva N.N. (2023). Evaluation of the efficiency of different weaning terms of Aberdeen-Angus calves. *Vestnik agrarnoi nauki*, 4, 71–77. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2023.4.71 (in Russian).
- Ignat'eva N.L., Voronova I.V., Nemtseva E.Yu., Zyzareva Ya.P. (2023). Development and productive qualities of repair heifers depending on the season of birth. *Uchenye zapiski Kazanskoi gos. akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Baumana*, 255(3), 182–185. DOI: 10.31588/2413_4201_1883_2_255_182 (in Russian).
- Inerbaev B.O., Rykov A.I., Durov A.S., Borisov N.V., Khramtsova I.A. (2016). A new technological decision for a farm producing beef for dietetic nutrition. *Sibirskii vestnik s.-kh. nauki=Siberian Herald of Agricultural Science*, 5(252), 41–47 (in Russian).
- Kovaleva G.P., Bobryshova G.T., Lapina M.N., Sulyga N.V., Vitol V.A. (2020). Effect of timing of mating on some reproductive performance in beef cattle breeding. *Izvestiya Gorskogo gos. agrarn. un-ta*, 57(1), 32–37 (in Russian).
- Kozlov K.D., Mitrofanova O.V. (2023). Technological aspects of beef cattle breeding in the ООО “Spitnik-Agro” breeding plant in the Leningrad Oblast. *AgroZooTekhnika=Agricultural and Livestock Technology*, 6(4). DOI: 10.15838/alt.2023.6.4.5 (in Russian).
- Kozlova T.V., Sudarev N.P. (2021). Meat productivity and quality of leather raw materials of Aberdinangus breed at different keeping technologies in the conditions of the Tver region. *Agrarnyi vestnik Verkhnevolzh'ya*, 2(35), 57–61. DOI: 10.35523/2307-5872-2021-35-2-57-61 (in Russian).
- Krasnova O.A., Khardina E.V., Loshkareva M.V. (2018). Productivity of black-breed cattle using natural feed additive. *Vestnik Altaiskogo gos. agrarn. un-ta*, 4(162), 111–115 (in Russian).
- Moshkina S.V., Mikhailova O.A., Tormasova M.V. (2016). Efficiency of feed used by bulls of different breeds in the era of dry steppe. *Vestnik myasnogo skotovodstva*, 4(96), 88–92 (in Russian).
- Nasambaev E.G., Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.E., Doszhanova A.O. (2020). Growth and development of young meat breeds depending on the breed and season of birth. *Izvestiya Orenburgskogo gos. agrarn. un-ta*, 2(82), 206–212 (in Russian).
- Poddubskaya N.A. (2020). Indicators of immunogenetic features of natural resistance of beef cattle in ontogenesis. *Vestnik Donskogo gos. agrarn. un-ta*, 4-1(38), 40–46 (in Russian).
- Portnoi A.I., Lipskii K.A. (2022). Dynamics of productive qualities of calves of the Aberdeen-Angus breed grown in the farm “Vesna-Agro”, Goretsky district. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*, 25(2), 3–10 (in Russian).
- Pristupa V.N., Kolosov Yu.A., Torosyan D.S., Dorozhenko S.A. (2020). Some zootechnical and economic aspects of intensifying production of heavy beef carcasses. *Vestnik Donskogo gos. agrarn. un-ta*, 2-1(36), 17–22 (in Russian).
- Radchikov V.F., Glinkova A.M., Salaev B.K., Marusich A.G., Sudenkova E.N. (2022). Calf rearing during the preweaning period using different feeding technologies. *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi=Zootechnical Science of Belarus*, 57(2), 28–35. DOI: 10.47612/0134-9732-2022-57-2-28-35 (in Russian).
- Safronova A.A., Dzhulamanov K.M., Gerasimov N.P., Dubovskova M.P. (2023). Hematological parameters and hormonal profile in Hereford bull-calves of different genetic groups. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo=Animal Husbandry and Fodder Production*, 106(2), 43–51 (in Russian).

- Sidunov S.V., Guminskaya E.Yu., Sidunova M.N. et al. (2022). Intensity of growth and development of young animals of the Aberdeen-Angus breed of Belarusian selection depending on the season of birth. *Zootehnicheskaya nauka Belarusi=Zootechnical Science of Belarus*, 57(1), 125–133. DOI: 10.47612/0134-9732-2022-57-1-125-133 (in Russian).
- Tagirov Kh.Kh., Nikolaeva N.Yu., Ishberdina R.R. (2021). Growth and meat productivity of young Herford breed in conditions of the South of Western Siberia. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo=Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*, 15–17. DOI: 10.33943/MMS.2021.78.96.003 (in Russian).
- Ulimbashev M.B., Golembovskii V.V., Vol'nyi D.N. (2019). State of the breeding base of beef cattle breeding in Stavropol Krai. *Problemy razvitiya APK regiona*, 3(39), 192–197 (in Russian).
- Ulimbashev M.B., Kasaeva M.D. (2014). Farm-useful qualities of Holstein Black-Motly cattle under the influence of paratypical factors. *Fundamental'nye issledovaniya=Fundamental Research*, 3–4, 763–765 (in Russian).
- Zelenkov A.P., Zelenkov P.I., Zelenkova G.A., Pakhomov A.P. (2018). Growth, development and feed payment by gain of young red steppe breed animals depending on the season of birth. *Problemy razvitiya APK regiona*, 3(35), 101–104 (in Russian).
- Zubenko E.V., Lakomkin V.A. (2018). The results of using the Aberdeen-Angus breed in K(F)Kh “Lakomkin V.A.”. *Agrarnyi vestnik Verkhnevolzh'ya*, 4(25), 48–54 (in Russian).

Information about the authors

Zalina L. Elzhirokova – Candidate of Sciences (Agriculture), Senior Lecturer, Kabardino-Balakriian State Agricultural University named after V.M. Kokov (1V, Lenin Street, Nalchik, 360000, Russian Federation; e-mail: zalinae0585@gmail.com)

Oksana A. Krasnova – Doctor of Sciences (Agriculture), Associate Professor, Head of Department, Udmurt State Agricultural University (11, Studencheskaya Street, Izhevsk, 426069, Russian Federation; e-mail: krasnova-969@mail.ru)

Irina R. Tletseruk – Doctor of Sciences (Agriculture), Associate Professor, Maykop State Technological University (191, Pervomaiskaya Street, Maykop, 385000, Russian Federation; e-mail: irina.tletseruk@yandex.ru)

Valerii R. Kairov – Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Gorsky State Agrarian University (37, Kirova Street, Vladikavkaz, 362040, Russian Federation; e-mail: zzz-ppp432@mail.ru)

Murat B. Ulimbashev – Doctor of Sciences (Agriculture), Associate Professor, Leading Researcher, North Caucasus Federal Agricultural Research Centre (49, Nikonova Street, Mikhailovsk, 356241 Russian Federation; e-mail: murat-ul@yandex.ru)

18 ИЮНЯ 2024 ГОДА СОСТОЯЛОСЬ ЗАСЕДАНИЕ УЧЕНОГО СОВЕТА СЗНИИМЛПХ



Ученый совет
Северо-Западного НИИ молочного и
лугопастбищного хозяйства
имени А.С. Емельянова

18.06.2024 г.

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства

В качестве основных вопросов заседания были рассмотрены предварительные результаты научно-исследовательской работы по комплексной теме «Разработать модель комплексного развития молочного животноводства на основе адаптивного кормопроизводства, биологического контроля кормления и современных методов селекции пород крупного рогатого скота в условиях Европейского Севера России» за I полугодие 2024 года. Ответственные исполнители НИР института представили результаты по разделам темы:

– «Разработать модель адаптивного кормопроизводства на основе закономерностей влияния различных видов и доз внесения минеральных удобрений, микробиологических препаратов, малораспространенных кормовых культур на формирование агрофитоценозов укосного и пастбищного использования в условиях Европейского Севера Российской Федерации» (зав. отделом растениеводства, канд. с.-х. наук В.В. Вахрушева);

– «Разработать модель развития молочного животноводства на основе использования современных методов селекции на популяции голштинизированного крупного рогатого скота черно-пестрой породы в условиях Европейского Севера России» (ведущий научный сотрудник отдела разведения сельскохозяйственных животных, канд. с.-х. наук Н.И. Абрамова);

– «Разработать проект метода биологического контроля системы полноценного кормления высокопродуктивных коров и рекомендации по их практическому применению в сельскохозяйственном производстве» (зав. отделом кормов и кормления сельскохозяйственных животных, канд. биол. наук И.В. Гусаров).

Результаты работы над НИР обсуждались членами ученого совета в ходе дискуссии после выступлений. Была отмечена высокая значимость и перспективность проводимых исследований для сельскохозяйственного производства.

В обсуждении вопросов приняли активное участие канд. экон. наук Е.А. Мазилев, канд. с.-х. наук В.В. Вахрушева, канд. с.-х. наук Н.И. Абрамова, канд. биол. наук И.В. Гусаров, канд. с.-х. наук Е.А. Третьяков, канд. с.-х. наук Ю.М. Смирнова, старший научный сотрудник Н.Ю. Коновалова.

Материал подготовил

А.В. Туваев
кандидат экономических наук
ученый секретарь СЗНИИМЛПХ

■ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕМИНАР «РАЗВИТИЕ АЙРШИРСКОЙ ПОРОДЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В РОССИИ»



7 июня 2024 года состоялся научный семинар «Развитие айрширской породы крупного рогатого скота в России». С докладом выступил ведущий научный сотрудник отдела разведения сельскохозяйственных животных СЗНИИМЛПХ канд. с.-х. наук Н.И. Абрамова. В качестве эксперта на семинаре присутствовала главный зоотехник ОАО «Племпредприятие «Вологодское» Л.Л. Шабанова.

В докладе были представлены результаты исследований, цель которых заключалась в проведении сравнительной характеристики молочных пород крупного рогатого скота в России и определении количественных и качественных характеристик породных популяций за 2010–2022 гг. Установлены лучшие качественные показатели по айрширской породе: МДЖ в молоке – 4,26%. МДБ – 3,39%.

Рецензенты канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела разведения сель-

скохозяйственных животных О.О. Яковлева и научный сотрудник отдела кормов и кормления сельскохозяйственных животных О.Д. Обряева отметили высокий уровень доклада, информативность представленных данных и рекомендовали опубликовать результаты в научных изданиях.

Эксперт Л.Л. Шабанова отметила актуальность рассматриваемой проблемы, значительный объем проделанной работы и дала рекомендации по повышению практической значимости исследования.

В ходе обсуждения результатов возникла активная дискуссия по вопросам динамики численности, продуктивности и качественных показателей молока в популяциях молочных пород крупного рогатого скота. Активное участие в работе семинара приняли сотрудники СЗНИИМЛПХ канд. с.-х. наук Е.А. Третьяков, старший научный сотрудник Н.Ю. Коновалова, старший научный сотрудник О.Л. Хромова.

■ Материал подготовила

Н.И. Абрамова

кандидат сельскохозяйственных наук

ведущий научный сотрудник
отдела разведения сельскохозяйственных
животных
СЗНИИМЛПХ

ОБЪЯВЛЕНИЕ О НАЧАЛЕ ПРИЕМА ЗАЯВОК ДЛЯ УЧАСТИЯ В ЕЖЕГОДНОМ ОБЛАСТНОМ КОНКУРСЕ «ЛУЧШИЕ КОРМА ВОЛОГОДЧИНЫ – 2024»



ЕЖЕГОДНЫЙ ОБЛАСТНОЙ КОНКУРС «ЛУЧШИЕ КОРМА ВОЛОГОДЧИНЫ»

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства им. А.С. Емельянова – обособленное подразделение Вологодского научного центра РАН приглашает сельскохозяйственные предприятия Вологодской области к участию в ежегодном областном конкурсе «Лучшие корма Вологодчины – 2024».

Принять участие в конкурсе могут сельскохозяйственные организации любой формы собственности, осуществляющие заготовку кормов.

Заявку на участие можно подать до 20 декабря 2024 года.

Срок проведения конкурсных испытаний – с даты размещения извещения о проведении конкурса по 20 декабря 2024 года.

Срок подведения итогов конкурса – с 23 декабря 2024 года по 28 февраля 2025 года.

Способы подачи заявок:

- в электронном виде на e-mail: korma_vologodchini@mail.ru;
- на бумажном носителе по адресу: г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14.

Контактный телефон/факс: (8172) 59-78-43;
e-mail: korma_vologodchini@mail.ru

Материал подготовил

И.В. Гусаров

кандидат биологических наук

заведующий отделом кормов и кормления
сельскохозяйственных животных
СЗНИИМЛПХ