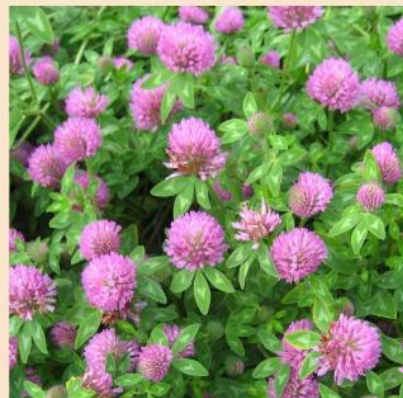


ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОРМОПРОИЗВОДСТВА В СИБИРИ



**Сборник региональной научно-практической конференции,
посвященной 55-летию Сибирского научно-исследовательского института
кормов СФНЦА РАН**

п. Краснообск, 28–29 апреля 2025 г.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство сельского хозяйства Новосибирской области
Новосибирский государственный аграрный университет

ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОРМОПРОИЗВОДСТВА В СИБИРИ

**Сборник региональной научно-практической конференции,
посвященной 55-летию Сибирского научно-исследовательского
института кормов СФНЦА РАН**

(п. Краснообск, 28–29 апреля 2025 г.)

Краснообск 2025

УДК 633.2
ББК 42.2

Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Сибири: сборник региональной научно-практической конференции, посвященной 55-летию Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН (р.п. Краснообск, Новосибирская обл., 28–29 апреля 2025 г.), / СФНЦА РАН; Новосиб. госуд. аграр. ун-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. – 137 с.

Сборник составлен по результатам работы региональной научно-практической конференции, посвященной 55-летию Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН «Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Сибири», которая прошла 28–29 апреля 2025 г.

Материалы сборника представляют интерес для научных сотрудников, работников АПК, преподавателей, аспирантов, студентов и всех заинтересованных лиц.

УДК: 633: 631.5 (571)

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТА В МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫХ БИНАРНЫХ ПОСЕВАХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

А.Т. Аветисян, доцент, канд. с.-х. наук

*Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия
e-mail: andranick.avetisyan@mail.ru*

Аннотация. Проведены исследования (2020-2022 гг.) с целью повышения продуктивности, питательности новых видов в смеси их с другими кормовыми культурами в лесостепи на полях Красноярского ГАУ (УНПК «Борский» ООО «Учхоз Миндерлинское»). Компонентами для смешанных посевов служили культуры разных семейств (бобовые, капустные, злаковые, зернобобовые, просовидные и силосные). Дана оценка продуктивности посевов и белковой обеспеченности биомассы, кормового достоинства, а также энергетическая оценка в опыте. Изучение бинарных малораспространенных кормовых культур в регионе позволило получить высокие урожаи зеленой массы – до 897,8, сухого вещества – до 149,9 против 495,0 и 109,4 ц/га, соответственно у викоовсяной смеси, используемой в качестве контроля. Сбор кормопротеиновых единиц, переваримого протеина и энергопродуктивность наибольшие у бинарных, малораспространенных посевов – до 88,1, 17,4 и 143,9 ГДж/га, тогда как викоовсяная смесь обеспечила только 66,6, 13,1 и 105,1 ГДж/га. Выделившиеся по продуктивности и питательности смеси суданка (Новосибирская 84) + редька масличная, пайза (Эврика) + редька масличная, сорго сахарное (Кинельское 4) + бобы кормовые рекомендуется использовать на кормовые цели.

Ключевые слова: компоненты бинарных посевов, урожайность зеленой и сухой массы, обменная энергия, кормопротеиновые единицы, переваримый протеин смешанных посевов, энергетическая оценка.

В условиях резко континентального климата Красноярского края расширение ассортимента однолетних кормовых культур и возделывание высокопродуктивных смесей является весьма актуальной задачей для кормопроизводства и животноводства сибирского региона.

Кашеваров Н.И. (2016) указывал, что большое значение имеют огромные площади посевов однолетних культур, которые играют значительную роль не только в системе кормопроизводства, но и в земледелии в целом в сибирском регионе. Благодаря достижениям российской и сибирской аграрной науки, существенно расширился набор новых, ранее не возделываемых культур, обладающих при этом новыми потребительскими качествами. Их возделывание повысить устойчивость культурных агроценозов в условиях Сибири [13,24].

В научно-исследовательских институтах Сибири рекомендованы сорта амаранта, проса африканского, пайзы и других культур, которые способны повысить устойчивость кормопроизводства в условиях сибирского климата.

Применительно к сортам сибирской селекции разработаны продуктивные поливидовые ценозы суданки с горохом, бобами кормовыми, викой яровой и рапсом яровым, а также овса и проса с бобами кормовыми и рапсом яровым.

Высеваются компоненты в соотношениях 70-60 % злакового и 50-60 % бобового компонента. Такая технология позволяет повысить обеспеченность переваримым протеином 1 кормовых единиц с 67-89 до 118-135 г [6,13,21].

Важным принципом при размещении культур является способность их формировать устойчивый урожай с высокими качественными показателями. Поэтому, в настоящее время есть необходимость преодоления этого барьера [13].

В решении задачи – повышения качества кормов и оптимизации урожайности центральное место принадлежит смешанным посевам однолетних кормовых культур различных семейств [3,7]. В смешанных посевах однолетних растений гарантирует высокие и стабильные урожаи зеленой массы, повышения качественных показателей заготавливаемых кормов [1, 2, 3, 4, 10, 22, 23].

В смешанных посевах растения разных видов, лучше используют питательные вещества, влагу и солнечный свет. При определенном подборе компонентов они дают урожай выше, чем при раздельном выращивании каждой культуры [1,4,5,12,14,16]. В связи с вышесказанными проблемами в кормопроизводстве Сибири, все ещё имеют актуальными решения недостатка растительного белка, содержание сахара, минеральных и зольных веществ в различных кормах культур. Расширение сортимента, совместные и смешанные посевы (в том числе соотношение), и повышения качества кормов за счет возделывания более богатого набора кормовых культур, несомненно, имеют актуальность в кормопроизводстве региона.

Цель исследований – оценить продуктивность и питательность совместных, бинарных посевов различными видами компонентов.

Условия, материалы и методика проведения исследований. Опыты с малораспространенными, бинарными кормовыми культурами закладывали на многолетнем, полевом стационаре Красноярского ГАУ, Сухобузимского района 2020 ... 2022 гг. Варианты в опыте (50 + 50 %) это половина рекомендованной в зоне нормы высева данного вида кормовых культур.

Объектами исследования в опытах участка служили следующие поливидовые, бинарные посевы, и сорта культур: овес + вика (50+50 %) – контроль, сорт овса Краснообский, вики яровой – Новосибирская; суданская трава (Новосибирская 84) + редька масличная (50 + 50 %); суданская трава (Кинельская 100) + горох посевной (сорт Холик) (50 + 50 %); сорго сахарное (Кинельское 4) + кормовые бобы (Сибирские) (50 + 50 %); сорго сахарное (Кинельское 4) + горох посевной (Холик) (50 + 50 %); суданская трава (Кинельская 100) + кормовые бобы (Сибирские) (50+50 %); пайза (Эврика) + редька масличная (Сибирячка) (50 + 50 %) (табл. 1).

Посевная площадь делянок – 50-55, учетной – 5-15 м², повторность – четырехкратная. Почва – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый по гранулометрическому составу с содержанием гумуса в пахотном слое 5,0-5,8 %,

среднеобеспеченная по содержанию основных элементов питания, рН = 6,0-6,3 [7]. Агротехника в опытах – общепринятая, зональная для одновидовых и смешанных культур в Красноярском крае. Предшественником для опыта служили зерновые – пшеница яровая в зернопаропропашном севообороте.

В течение вегетации культур проводили сопутствующие исследования, учет и уборку урожая зеленой массы растений по методическим указаниям [11, 20]. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа (ОДА), энергетическую оценку – согласно рекомендациям в ВЦ Института агроэкологических технологий (АЭТ) по программе ANOVA [9, 10, 20]. Питательность растений и кормовую оценку определяли на основании данных, полученных в лаборатории НИЦ Красноярского ГАУ, а также использовали литературные данные разных научных учреждений [8, 10, 17, 18, 20, 21, 23].

Погодные условия вегетационного периода в годы исследования, в целом, можно характеризовать как типичные для зоны лесостепи региона, но более теплым по месяцам (сумма активных температур составила в пределах 2023° ... 2232 °С). Среднегодовое количество осадков было в пределах 1898 мм. ГТК – при этом был в пределах 0,69-1,44, что соответствует многолетним нормам. Наиболее теплым и жарким годом были 2020-2021, достаточно влажным – 2021 (на 32 мм больше нормы), наиболее влажным годом был 2022 год, но холодным. Осадки второй половины лета (45-88 мм), в целом обеспечивали нормальный рост и развитие культур. Осадки за вегетацию составили до 145-288 мм.

Результаты исследований и их обсуждение. Величина урожайности зеленой массы в значительной степени зависела от видового состава и компонентов в смешанных посевах. Получены достоверные прибавки урожайности зеленой массы у некоторых вариантов в опыте в сравнении с контролем овес + вика.

Прибавки составили от 22,2 у смеси суданка (К-100) + бобы кормовые, до 402,8 ц/га в варианте пайза + редька масличная. Математически достоверные прибавки зеленой массы к контролю показали варианты: пайза + редька масличная (81,4 %), суданка (Новосибирская 84) + редька масличная (34,8 %) (табл.1). Учет урожая показал наибольшую биомассу, сформировали такие смеси, как пайза + редька (сбор 897,8 и 149,9) и суданская трава (Новосибирская 84) + редька масличная (667,5 и 135,5), а также сорго сахарное + бобы кормовые (634,5 зеленой и 117,4 ц/га сухой массы). Математически достоверной прибавкой сухой массы отмечено у варианта пайза + редька масличная (табл. 2).

Биоэнергетическая оценка вариантов опыта показала, что максимальный выход обменной энергии и кормовых единиц с 1 га обеспечили пайза + редька масличная (143,9, 125,7), суданка (Новосибирская 84) + редька масличная (142,3, 100,1), сорго сахарное + бобы кормовые (118 ГДж/га, 120,6 ц/га) соответственно. Большие сборы кормопротеиновых единиц и переваримого протеина обеспечили варианты опыта пайза + редька (86,5 и 17,1 ц/га), суданка (Новосибирская 84) + редька (88,1 и 17,4 ц/га), также сорго сахарное + горох (70,9 и 13,9 ц/га) (табл. 2). Расчеты экономической эффективности

возделывания смесей на кормовые цели показали, что уровень рентабельности составила: овес + вика (48,6), суданка (Новосибирская 84) + редька масличная (118,4) и пайза + редька масличная (150,1%).

Таблица 1. Влияние компонента на урожайность зеленой массы бинарных посевов (среднее за 3 года)

Варианты посевов в опыте	Урожайность зеленой массы, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
1. Овес + вика посевная – (контроль) *	495,0	-	-
2. Суданка (Н-84) + редька масличная	667,5	172,5	34,8
3. Суданка (К-100) + горох посевной	443,5	-51,5	-10,4
4. Сорго (К-4) + бобы кормовые	634,5	139,5	28,2
5. Сорго (К -4) + горох посевной	480,3	-14,7	-2,9
6. Суданка (К-100) + кормовые бобы	517,2	22,2	4,50
7. Пайза + редька масличная	897,8	402,8	81,4
НСР ₀₅ , ц/га	88,8-165,7	-	-

Примечание: 1. Овес (Краснообский) + вика яровая (Новосибирская) (50+50 %); 2. Суданка (Новосибирская 84) + редька (Сибирячка) (50+50 %); 3. Суданка (Кинельская 100) + горох посевной (50+50 %); 4. Сорго (К-4) + бобы (50+50 %); 5. Сорго (Кинельское 4) + горох (50+0 %); 6. Суданская трава (Кинельская 100) + бобы кормовые (50+50 %); 7. Пайза + редька масличная (50+50 %).

Таблица 2. Кормовое достоинство и энергетическая оценка бинарных посевов (среднее за 2020-2022 гг.)

Варианты бинарных посевов опыта*	Сбор, ц/га			ОЭ*, ГДж/га	Содержание в 1 кг натурального корма		
	СВ*	КПЕ*	ПП*		КЕ	КПЕ	ПП, г
1. Овес + вика яровая – (к)*	109,4	66,6	13,1	105,1	0,16	0,69	26,50
2. Суданка (Н-84) + редька	135,5	88,1	17,4	142,3	0,15	0,92	26,00
3. Суданка (К-100) + горох посевной	89,1	49,6	9,7	90,9	0,16	0,52	22,00
4. Сорго сахарное + бобы кормовые	117,4	62,4	12,3	118,6	0,19	0,67	19,30
5. Сорго сахарное + горох посевной	78,8	70,9	13,9	78,0	0,18	0,74	29,00
6. Суданка (К-100) + бобы кормовые	107,6	52,5	10,3	110,8	0,15	0,56	20,00
7. Пайза + редька масличная	149,9	86,5	17,1	143,9	0,14	0,92	19,00

Примечание*: (к) – контроль; КПЕ – кормопротеиновые единицы; СВ – сухое вещество; ПП – переваримый протеин; ОЭ* – обменная энергия.

Выводы. На основании проведенных научных исследований 2020-2022 гг. установлено продуктивные бинарные смешанные посевы в лесостепи Красноярского края на кормовые цели. Это злаково-капустные, злаково-

бобо-вые посе-вы. Выявлено, что наибольшую биомассу сформировали такие корм смеси, как пайза + редька (897,8 зеленой, 149,9 ц/га сухой массы) и суданская трава (Новосибирская 84) + редька масличная (667,5 и 135,5), сорго сахарное + бобы кормовые (634,5 зеленой и 117,4 ц/га сухой массы соответственно).

Установлено, что большие сборы кормопротеиновых единиц (КПЕ) и переваримого протеина (ПП) обеспечили варианты опыта пайза + редька (86,5 и 17,1 ц/га), суданка (Новосибирская 84) + редька (88,1 и 17,4 ц/га), также сорго сахарное + горох (70,9 и 13,9 ц/га). Отмечено, что возделывание малораспространенных, бинарных смесей на кормовые цели уровень рентабельности – суданка (Новосибирская 84) + редька масличная (Сибирские) и пайза (Эврика) + редька масличная обеспечивают до 118,4-150,1 %.

Таким образом, данные бинарные смеси рекомендуется использовать на кормовые цели (сенаж, силос) в сельскохозяйственных предприятиях Восточной Сибири, в том числе лесостепи Красноярского края.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисян А.Т. Питательная ценность бобово-злаковых смесей в лесостепи //Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 12. – С. 123-128.
2. Агротехнологии производства кормов в Сибири /практическое пособие /Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион.отд-ние. СибНИИ кормов. – Новосибирск. 2013. – 248 с.
3. Байкалова Л.П., Кузьмин Д.Н. Технология производства зеленой массы из однолетних злаково-бобовых смесей при двуукосном использовании //Вестник КрасГАУ. – 2013. № 6. – С. 93-98.
4. Байкалова Л.П., Витин Д.Н., Кузьмин Д.Н. Эффективность производства однолетних злаково-бобовых смесей при использовании на сенаж //Вестник КрасГАУ, 2014. № 7. С.74-79.
5. Байкалова Л.П., Салагашев И.Ю. Оптимизация структуры травосмесей многолетних злаково-бобовых трав среднесрочного сенокосного использования //Международный сельскохозяйственный журнал. – 2015. – №3. С. 54-56.
6. Бенц В.А., Кашеваров Н.И., Демарчук Г.А. Полевое кормопроизводство Сибири /РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2001. – 240 с.
7. Белоусов А.А., Белоусова Е.Н., Аветисян А.Т. Оценка азотмобилизирующей способности чернозема выщелоченного при возделывании кормовых трав в Красноярской лесостепи //Вестник КрасГАУ. – 2016. № 9. – С. 172-180.
8. Григорьев Н.Г. Определение обменной энергии кормов // Кормопроизводство, №1. – М.:1992. – С. 6-9.
9. Гончаров, П.Л. Кормовые культуры Сибири : Биолого-ботанические основы возделывания.– Новосибирск; Изд-во Новосиб. ун-та, 1992. – 264 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 335с.
11. Кашеваров Н.И., Полищук А.А., Кашеварова Н.Н. Продуктивность совместных посевов кукурузы с соей //кукуруза и сорго. – 2001. – № 2. – С.9.
12. Кашеваров Н.И., Данилов В.П., Мустафин А.А., Полюдина Р.И., Ашмарина Л.Ф. Производство кормов в Западной Сибири. Новосибирск /СибНИИ кормов. – 2007. – 100 с.
13. Кашеваров Н.И. Проблемные вопросы сельского хозяйства и кормопроизводства /Н.И. Кашеваров. – Новосибирск, 2016. – 106 с.
14. Кашеваров Н.И., Полищук А.А., Понамарева В.И., Лебедев А.Н. Продуктивность совместных посевов кукурузы и сорго в условиях лесостепи Западной Сибири //Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – том 47, № 6. – С. 44-50.

15. Косяненко Л.П., Аветисян А.Т. Практикум по кормопроизводству /учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 328 с.
16. Лупашку М.Ф. Интенсификация кормопроизводства – основа развития животноводства //Кормопроизводство. – 1982. – № 10. – С. 7-10.
17. Майборода Н.М., Тупикова Л.В., Столяр Л.П. и др. Программирование урожайности полевых культур/ Красноярск. – Крас ГАУ. – 2000. – 68 с.
18. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. /ВНИИ кормов им. Вильямса, М.: 1983. – 196 с.
19. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: /ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1987. – 197 с.
20. Результаты исследований № 15/22 растительных образцов за 2023 год, выполненные 21 мая 2023 г. лаборатории анализов /НИИЦ Красноярского ГАУ.
21. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Гончаров П.Л. Кормовые растения России. ЦИНАО. М.: 1999. – 370 с.
22. Субботин А.Г., Нарушев В.Б., Солодовников А.П., Летучий А.В. Продуктивность смешанных посевов однолетних полевых культур в сухостепной зоне Поволжья //Кормопроизводство. – 2018. № 3. – с. 6-10.
23. Химический состав и питательность кормов Красноярского края (Учеб. пособие /А.Д. Волков и [и др.]. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2005. – 119 с.
24. Хуснидинов Ш.К. Интродукция растений в Предбайкалье /Монография.– Иркутск: Изд.-во Иркутского ГАУ. – 2016. – 240 с.

УДК 632

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА РАЗЛИЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

М.Л. Алабугина, аспирант

Научный руководитель – доктор с.-х. наук Ашмарина Л.Ф.

*Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН
р. н. Краснообск, Россия*

Горох является одной из основных зернобобовых культур нашего региона. Кроме пищевого и кормового значения эта культура, как и все зернобобовые культуры, способствует повышению плодородия почв [1]. Горох обогащает почву соединениями азота с помощью азотфиксирующих бактерий, находящихся на корнях и является отличным предшественником для многих культур [2].

Современная селекция ежегодно создаёт новые устойчивые к полеганию, к комплексу болезней сорта. Выбор сорта играет важную роль в получении высокого урожая, но исключить заражённость листостебельными инфекциями не удаётся [3]. Необходим постоянный мониторинг посевов, исследование перспективных биологических методов борьбы для снижения инфекционного фона на горохе.

Наше исследование проводилось в лабораторных и полевых условиях (мелкоделяночный опыт). Горох высевался узкорядным способом 8 вариантов в 4 повторностях (сдвоенные ряды). В лаборатории исследовались семена,

растения на наличие грибных инфекций. Также изучалось влияние препаратов на морфофизиологические показатели и показатели структуры урожая.

В 2024 году при мониторинге посевов гороха были обнаружены такие листостебельные инфекции как аскохитоз и ржавчина гороха. В начале вегетации было слабое проявление пятнистостей, однако к концу вегетации развитие достигло 100%. Также в агроценозе гороха было отмечено развитие почвенно-семенных инфекций. Индекс развития корневой гнили составил 31,3% при распространённости -70%.

Предварительная фитоэкспертиза семян гороха показала, что в контрольном варианте были распространены грибы рода *Penicillium* (86%), *Alternaria* (40%), в незначительных количествах присутствовали грибы рода *Fusarium* (2%) и *Cladosporium* (8%).

Результаты исследований показали, что достоверно снижал пораженность семян плесневыми грибами системный протравитель Редиго Про.

Тенденция к снижению пораженности грибами рода *Alternaria* отмечена при обработке семян препаратами Гибберсиб и Максим. Препараты Бактофит, Гибберсиб, Максим, Торфопроduct «Под корень» показали тенденцию к снижению пораженности грибами рода *Fusarium* и *Cladosporium* (таблица 1).

Таблица 1. Пораженность семян гороха

Вариант	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Aspergillus</i>
Контроль	40	2	8	86	0
Азофит N + Планталюкс	40	0	4	50	4
Азофит P + Планталюкс	38	0	2	76	8
Бактофит	38	0	0	60	0
Гибберсиб	30	0	6	64	0
Максим	28	0	2	76	8
Редиго	36	2	4	28	0
Торфопроduct	34	0	2	68	0
НСР05	21,8	4,5	11,8	36,7	9,3

Учёт корневой гнили, проведённый в фазе начала стеблевания показал превышение ЭПВ в контрольном варианте с распространённостью болезни 70% и развитием 31,3%. Все препараты показали устойчивую тенденцию к снижению распространённости и развитию корневой гнили. Однако достоверное снижение показателей распространённости и развития корневой гнили наблюдалось в варианте с комбинацией препаратов Азофит N+ Планталюкс (таблица 2).

На развитие и распространённость пятнистостей гороха препараты не оказывали никакого влияния.

Препараты положительно воздействовали на морфо-физиологические показатели. На всхожесть семян значимо повлияли препараты Бактофит, ОМУ Торфопроduct «под корень», увеличив на 42% и 46,5% соответственно. Препарат Торфопроduct увеличил прирост сырой массы на 55,4%, препарат

Бактофит на 49,3%. Азофит N + Планталюкс на 41%. Сухую массу растений увеличили препараты Бактофит (на 25%), Торфопродукт (на 25%), Азофит N + Планталюкс на 20%.

Таблица 2. ИРБ и распространённость корневой гнили на растениях гороха

Вариант	ИРБ	Распространённость
Контроль	31,3	70
Азофит N + Планталюкс	6,7	25
Азофит P + Планталюкс	10	35
Бактофит	10,3	38,6
Гибберсиб	10,8	37
Максим	11,2	37
Редиге	9	32
Торфопродукт	12	43
НСР05	22,3	39,1

При замере на ростовые реакции можно выделить наиболее эффективное влияние препаратов: Азофит N + Планталюкс увеличивал длину корней и надземной части в среднем на 25%. Препараты Торфопродукт «под корень» и Гибберсиб увеличивали длину корней, препараты Редиге Про и Азофит P + Планталюкс увеличивали длину надземной части.

Обработка семян препаратами перед посевом положительно сказалась на структуре урожая. ОМУ Торфопродукт при измерении массы всех семян, увеличивал её на 82% в сравнении с контролем, препарат Редиге Про на 73%, Максим на 69%. Также препараты увеличивали количество бобов и количество всех семян в сравнении с контролем, Редиге Про на 90% и 76%, Максим на 76% и 75%, Торфопродукт на 78% и 76,5%.

Выводы. Все препараты на горохе достоверно увеличивали всхожесть, сырую массу растений, длину надземной и подземной части, массу всех семян, количество стручков на растениях, количество всех семян. Системный протравитель Редиге Про достоверно снижал заселённость семян гороха грибными инфекциями. Препарат Азофит N + Планталюкс достоверно эффективно снижал индекс развития и распространённость корневых гнилей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пахотина И. В., Омелянюк Л. В., Игнатъева Е. П., Асанов А. М., Особенности формирования содержания белка в зерне гороха в условиях Западной Сибири// Вестник Красноярского ГАУ. – 2020. - №10. - С.60-67.
2. Варфоломеев С.А. Фотосинтез и фиксация азота в бобовых растениях. – Москва: Агропромиздат, 1992.– 90 с.
3. Ситало Г.М., Мажара В. М., Бельтюков Л. П., Гордеева Ю.В. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на продуктивность гороха сорта Ангела //Вестник аграрной науки Дона.-2015.- №32(4).-С.175-179.

ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ ТРАДИЦИОННЫХ И МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫХ КУЛЬТУР В ОДНОВИДОВЫХ И ПОЛИВИДОВЫХ ПОСЕВАХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕНАЖА В ЛЕСОСТЕПИ ЗАБАЙКАЛЬЯ

О.Т. Андреева, канд. с.-х. наук

*Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН (Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири – филиал),
672010, Забайкальский край, Чита, Кирова, 49
e-mail: frau.olgaa2015@yandex.ru*

Аннотация. Представлены результаты полевых и лабораторных исследований по формированию высокопродуктивных агроценозов традиционных (овес, горох, рапс) и малораспространенных культур (тритикале яровая, вика яровая, просо кормовое) в одновидовых и поливидовых посевах для производства сенажа в лесостепи Забайкалья. Установлена возможность увеличения продуктивности и качества, кормовых агроценозов за счет оптимального подбора адаптивных к условиям выращивания высокопродуктивных традиционных и малораспространенных мятликовых культур в одновидовых посевах и их смесей высокобелковыми зернобобовыми и капустными культурами в поливидовых посевах. По продуктивности и питательной ценности поливидовые посевы превосходили одновидовые агроценозы: по выходу сенажа в 1,1-1,9 раза, сухого вещества в 1,2-1,9 раза, кормовых единиц – в 1,1-2,0 раза, переваримого протеина в 1,2-4,2 раза, валовой энергии в 1,6-1,9 раза.

Ключевые слова: продуктивность, агроценозы, традиционные, малораспространенные культуры, питательность, одновидовые, поливидовые посевы, сенаж.

Успешное развитие животноводства Забайкалья неразрывно связано с созданием полноценной кормовой базы, прежде всего – сбалансированности рационов по белку. В Забайкальском крае дефицит протеина в кормах составляет не менее 20-25 %, обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином не превышает 70-80 г при зоотехнической норме 105-110 г, что приводит к перерасходу кормов на единицу животноводческой продукции в 1,4 раза и недоиспользованию генетического потенциала животных на 30-50 %, повышению себестоимости продукции на 30-40 %. В этой связи важнейшей проблемой сельхозпроизводителей Забайкалья является увеличение всех видов кормов, улучшения их качества и энергонасыщенности в полном объеме во все периоды года [1].

Ведущее место в решении данной проблемы принадлежит высокопродуктивным традиционным и малораспространенным культурам, обладающим адаптивностью к конкретным агроклиматическим условиям. Оптимально подобранный набор кормовых культур в одновидовых и

поливидовых агроценозах позволит получать высокие урожаи и повышать питательную ценность кормов. Исследованиями многих авторов установлено преимущество поливидовых посевов перед одновидовыми, поскольку растения разных видов, лучше используют питательные вещества, влагу и солнечный свет и при определенном подборе компонентов формируют урожай выше, чем при раздельном выращивании каждой культуры [2,3,4,5,6].

Цель исследований – Выявить наиболее продуктивные однолетние кормовые культуры и их смеси с высокобелковыми, адаптивные к условиям выращивания при создании высокопродуктивных агроценозов для производства сенажа в лесостепи Забайкалья.

Материал и методы исследований

Исследования выполнены на полях НИИ ветеринарии Восточной Сибири – филиал СФНЦА РАН, расположенных в Ингодинско-Читинской лесостепи Забайкалья

Климат зоны резко континентальный с малоснежной холодной зимой, жарким летом и недостатком атмосферных осадков. Продолжительность безморозного периода 90–110 дней. Сумма положительных температур выше 10⁰С составляет 1500...1800⁰С. Годовая сумма осадков 330–380 мм, основное их количество (85–90 %) выпадает в теплый период, максимальное – в июле – августе, минимальное – в мае – июне [7].

Годы исследований охватили основные особенности погодных условий, характерных для Забайкальского климата и в период вегетации были сравнительно благоприятными. За вегетационный период осадков (апрель-сентябрь) выпало 320 мм, 350 мм и 406 мм при среднемноголетней норме – 276 мм. Среднемесячная температура воздуха за этот период превышала норму на 0,7, 0,9, 1,9⁰С. Гидротермические коэффициенты (ГТК) по месяцам вегетационных периодов составили: в мае – 1,02, июне – 1,3, июле – 1,5, августе – 1,4, сентябре – 2,4 единицы.

Агротехника возделываемых изучаемых кормовых культур соответствовала общепринятой в зоне.

Экспериментальную работу проводили в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами и сопровождали лабораторно-полевыми наблюдениями и анализами [8,9,10,11].

Результаты исследований

В результате исследований проведена оценка продуктивности и питательной ценности агроценозов одновидовых, двухкомпонентных смесей однолетних культур из различных семейств, в условиях лесостепной зоны Забайкалья определялись урожайность зеленой массы, выход сенажа, сбор сухого вещества, кормовых единиц, переваримого протеина, обменной энергии в одновидовых посевах (овес, тритикале яровая, просо кормовое, рапс яровой, горох посевной, вика яровая) и в поливидовых – (овес + рапс, овес + горох, овес + вика, просо + рапс, просо + горох, просо + вика, тритикале + рапс). Установлено, что по продуктивности и питательной ценности агроценозы изучаемых культур в поливидовых посевах превосходили одновидовые: по выходу сенажа в 1,1-1,9 раза, сухого вещества в 1,2-1,9 раза, кормовых единиц

– в 1,1-2,0 раза, переваримого протеина в 1,2-4,2 раза, валовой энергии в 1,6-1,9 раза, поскольку растения разных видов более рационально используют энергию солнечного света, препятствуют испарению влаги из почвы, лучше используют питательные вещества, имеют плотный стеблестой и большую ярусно-расположенную ассимиляционную поверхность, формируя урожай выше, чем при одновидовом посеве. В одновидовых агроценозах наиболее продуктивные посевы рапса ярового, превышающие по сбору кормовых единиц на 0,46-0,85 т/га, переваримого протеина на 74-448 кг/га, валовой энергии – на 2,2-6,7 ГДж/га. Выявлены наиболее высокопродуктивные агроценозы традиционных и малораспространенных культур в поливидовых посевах: овес + рапс, овес + горох посевной, просо кормовое + рапс, тритикале яровая + рапс, сформировавшие наиболее высокую продуктивность и питательность кормовой массы: выход сенажа (12,3-13,9 т/га, сухого вещества (5,62-6,25 т/га), кормовых единиц (4,60-4,90 т/га), переваримого протеина (544-755 кг/га), валовой энергии (52,8-60,6 ГДж/га) при обеспеченности одной кормовой единицы переваримым протеином 118-154 г/к. ед., что указывает на их адаптивность к экстремальным условиям Забайкалья (таблица).

Таблица – Продуктивность и питательная ценность кормовых агроценозов традиционных и малораспространенных культур в одновидовых и поливидовых посевах (среднее за 2016-2018 гг.)

Культура	Выход с гектара						
	Зеленая масса, т/га	Сенаж, т/га	Сухое вещ-во, т/га	Кормовые единицы, т/га	Переваримый протеин, кг/га	Переваримого протеина на 1 к.ед., г	Валовая энергия, ГДж/га
Овес	14,5	8,0	3,60	2,45	179	73	33,1
Тритикале яровая	16,6	8,6	3,62	2,82	259	92	35,9
Просо кормовое	13,5	7,4	3,29	2,50	272	109	31,9
Рапс яровой	16,7	8,8	3,64	3,30	627	190	38,2
Горох посевной	12,5	7,6	3,42	2,57	509	198	32,8
Вика яровая	13,8	7,9	3,65	2,84	553	195	36,0
Овес + рапс яровой	24,7	13,6	6,12	4,90	755	154	60,6
Овес + горох посевной	21,9	12,5	5,62	4,65	679	146	52,8
Овес + вика яровая	18,9	11,1	4,84	3,67	524	143	42,7
Просо + рапс яровой	20,5	12,3	5,69	4,60	544	118	54,0
Просо + горох посевной	18,8	10,4	4,69	4,36	511	117	50,2
Просо + вика яровая	16,9	9,6	4,28	3,47	410	115	42,8
Тритикале + рапс яровой	25,3	13,9	6,25	4,69	688	147	60,0
НСР ₀₅	2,3	1,62	0,70	0,31			

Выводы. В лесостепной зоне Забайкалья при создании высокопродуктивных агроценозов для производства сенажа целесообразно использовать наиболее продуктивные традиционные и малораспространенные однолетние культуры, адаптивные к условиям выращивания в поливидовых посевах: овес + рапс, овес + горох посевной, просо кормовое + рапс, тритикале яровая + рапс, формирующие в условиях региона максимальную продуктивность и питательность корма: выход сенажа (12,3-13,3 т/га), сухого вещества (5,62-6,25 т/га), кормовых единиц (4,60-4,90 т/га), переваримого протеина (544-755 кг/га), валовой энергии (52,8-60,6 ГДж/га) при обеспеченности одной кормовой единицы переваримым протеином 118-154 г/к. ед.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шашкова Г.Г., Андреева О.Т., Цыганова Г.П. Агротехнологии производства и качество кормов в Забайкальском крае – Чита: Читинская городская типография. - 2015. - 390 с.
2. Кашеваров Н.И., Садохина Т.А., Ломова Т.Г., Бакшаев Д.Ю. Качество сенажа из смешанных посевов зернофуражных культур в лесостепной и степной зонах Западной Сибири //Достижения науки и техники АПК. – 2017.- № 4. – С.82-86.
3. Субботин А.Г., Нарушев В.Б., Солодовников А.П., Денисов К.Е. Создание высокопродуктивных кормовых агроценозов в условиях Нижнего Поволжья //Кормопроизводство. – 2019. - № 5. – С.8-12.
4. Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю. Урожайность и кормовые качества тритикале в смешанных посевах с зернобобовыми культурами в Забайкальском крае //Кормопроизводство. – 2019. - № 9. – С.22-26.
5. Байкалова Л.П., Витин Д.Н., Кузьмин Д.Н. Эффективность производства однолетних злаково-бобовых смесей при использовании на сенаж // Вестник КрасГАУ. – 2014. - № 4. – С.74-79.
6. Агафонов В.А., Бояркин Е.В. Возделывание проса в смеси с бобовыми культурами на зеленую массу в лесостепи Предбайкалья // Кормопроизводство. – 2020. - № 4. – С.20-24.
7. Зональные системы земледелия Читинской области. – Чита. – 1988. – 423 с.
8. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., 1983. – 197 с.
9. Опытное дело в полеводстве. – М.: Россельхозиздат. – 1982. – 190 с.
10. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. – М.: Колос. – 1985. – 267 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1985. – 351с.

ВЛИЯНИЕ СТАРТОВЫХ ЗАПАСОВ ВЛАГИ И НИТРАТНОГО АЗОТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ МИНИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

П.В. Антипина

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
р.п. Краснообск, Новосибирская область, Россия
E-mail: polyshka@cn.ru*

Минимизация обработки почвы является одним из важнейших технологических приёмов в почвозащитном земледелии. Переход к минимальным обработкам обеспечивает снижение технологических затрат, интенсивности механической обработки почвы и увеличение рентабельности возделывания сельскохозяйственных культур [1]. Как правило, исследователи отмечают, что при минимизации обработки наблюдается накопление в почве гумуса и повышение устойчивости к водной и ветровой эрозии почвы [2]. В то же время исследователи отмечают и возникающие отрицательные последствия данной технологии. Так, при минимизации обработки почвы процессы минерализации органического вещества замедляются, что приводит к ухудшению снабжения растений почвенным азотом, что может повлечь за собой повышенное применение дорогостоящих азотных удобрений [3].

Урожайность возделываемой культуры является результирующим многих факторов, в том числе и эффективности основной обработки почвы. При этом погодные условия вегетационного периода являются основным фактором, лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур [4]. Вторым по значимости фактором, определяющим урожайность культур, является обеспеченность их азотом [5].

Цель исследования – оценить влияние минимизации обработки почвы на урожайность яровой пшеницы на чернозёме выщелоченном лесостепи Приобья.

Исследования проводили в центральном лесостепном агроландшафтном районе Новосибирской области в 2011-2014 гг. Стационарный полевой опыт заложен в 2001 г. в ОС «Элитная» СФНЦА РАН. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднемощный среднегумусный среднесуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое – 5,8%, $N_{\text{общ}}$ – 0,30%, P_2O_5 и K_2O (по Чирикову) – 23 и 18 мг/100 г почвы соответственно, реакция почвенной среды близка к нейтральной.

Опыт представлял собой трёхпольный зернопаровой севооборот пар-пшеница-пшеница. Исследования проводились на двух фонах удобрённости: U_0 – без применения удобрений и U_1 – в паровом поле вносили P_{45} , под вторую пшеницу – N_{80} . Изучалось два способа основной зяблевой обработки почвы – вспашка плугом на глубину 25-27 см и поверхностная обработка (минимальная) культиватором КС-4 «Степняк» на глубину 5-6 см. Учёт урожайности проводили с помощью комбайна «Сампо-500», солома пшеницы измельчалась и разбрасывалась на поле. Повторность опыта трёхкратная, учётная площадь

делянки 6×18 (м). Статистическая обработка результатов выполнена методом дисперсионного анализа.

Весной, перед посевом пшеницы, в слое почвы 0-100 см определяли запасы влаги термостатно-весовым методом и нитратного азота – усовершенствованным дисульфифеноловым методом [6].

Общепризнанно, что основным фактором, влияющим на урожайность возделываемой культуры, являются погодные условия вегетационного периода. Так для яровой пшеницы осадки периода от фазы выхода в трубку до колошения определяют уровень её урожайности [4, 7]. Для характеристики условий увлажнения лет исследований мы использовали классификацию вегетационных периодов по гидротермическому коэффициенту увлажнения (ГТК) Селянинова за май-август [8]. Годы исследований можно разделить на 4 типа увлажнения: очень низкое увлажнение (ГТК 0,5) – 2012 г.; недостаточное увлажнение (ГТК 0,8) – 2011 г.; достаточное увлажнение (ГТК 1,0) – 2014 г.; избыточное увлажнение (ГТК 2,0) – 2013 г.

В целом резко континентальный климат Западной Сибири характеризуется частым проявлением засушливых условий, и в годы с невысоким количеством осадков формируется дефицит продуктивной влаги в почве [4]. Вследствие этого стартовые запасы продуктивной влаги имеют важнейшее значение во влагообеспеченности сельскохозяйственных культур. В наших исследованиях стартовые запасы влаги в почве первой пшеницы были примерно на 15% выше, чем второй пшеницы по пару (таблица 1). В тоже время вне зависимости от предшественника и варианта обработки почвы стартовые запасы влаги в 2011 г., 2013 г. и 2014 г. были хорошими и очень хорошими. В острозасушливом 2012 г. на второй пшенице по пару на варианте вспашки они были неудовлетворительными и плохими при поверхностной обработке почвы. На снижение стартовых запасов влаги при минимизации обработки почвы оказывала влияние более высокая равновесная плотность почвы (1,20 г/см³), по сравнению с вариантом вспашки (1,14 г/см³), что препятствовало накоплению осадков осенне-весеннего периода.

Таблица 1 – Стартовые запасы продуктивной влаги в 0-100 см слое почвы, мм

Уровень влаго-обеспеченности по ГТК	Год	1 пшеница по пару		2 пшеница по пару		НСР ₀₅
		вспашка	поверхностная обработка	вспашка	поверхностная обработка	
Очень низкое увлажнение	2012	132	118	90	67	14
Недостаточное увлажнение	2011	140	130	136	113	8
Достаточное увлажнение	2014	157	138	168	143	22
Избыточное увлажнение	2013	177	146	152	132	14
Среднее по годам		151	133	136	114	

В целом можно отметить, что при минимизации основной обработки почвы наблюдалось снижение стартовых запасов продуктивной влаги, особенно значительным оно было в годы с засушливыми условиями увлажнения по зерновому предшественнику.

В наших исследованиях закономерности обеспеченности яровой пшеницы азотом подтверждают ранее полученные данные [5] о том, что она определяется предшественником и условиями увлажнения предыдущего вегетационного периода. Так стартовые запасы нитратного азота на первой пшенице по чистому пару были максимальными, на второй пшенице по пару они были примерно на 50% ниже (таблица 2). Так же можно отметить, что в годы с засушливыми погодными условиями происходит накопление нитратного азота в почве из-за низких значений выноса азота растениями.

Таблица 2 – Стартовые запасы нитратного азота в 0-100 см слое почвы, кг N-NO₃/га

Уровень влаго-обеспеченности по ГТК	Год	1 пшеница по пару		2 пшеница по пару		НСР ₀₅
		вспашка	поверхностная обработка	вспашка	поверхностная обработка	
Очень низкое увлажнение	2012	178	151	78	70	25
Недостаточное увлажнение	2011	148	125	112	64	38
Достаточное увлажнение	2014	163	148	52	33	11
Избыточное увлажнение	2013	109	111	91	142	60

Можно отметить, что в целом при минимизации обработки почвы наблюдается снижение запасов нитратного азота в почве по сравнению со вспашкой. За исключением 2013 г., в котором вследствие острой засухи 2012 г. стартовые запасы N-NO₃ были высокими (более 91 кг/га) вне зависимости от предшественника и вида зяблевой обработки почвы.

Таким образом, на изменение стартовых запасов нитратного азота в почве в большей степени влияли погодные условия лет исследований и предшественник. Минимизация обработки почвы влияла на его запасы менее значительно.

Урожайность яровой пшеницы в год с достаточными условиями увлажнения (2014 г.) составила – на варианте со вспашкой 4,7-4,6 т/га на первой пшенице по пару, на второй пшенице по пару с внесением удобрений У₁ – 4,1 т/га, на фоне без внесения удобрений У₀ – 3,0 т/га. При минимизации обработки почвы урожайность снижалась, соответственно на 20%, 24% и 11% (рисунок).

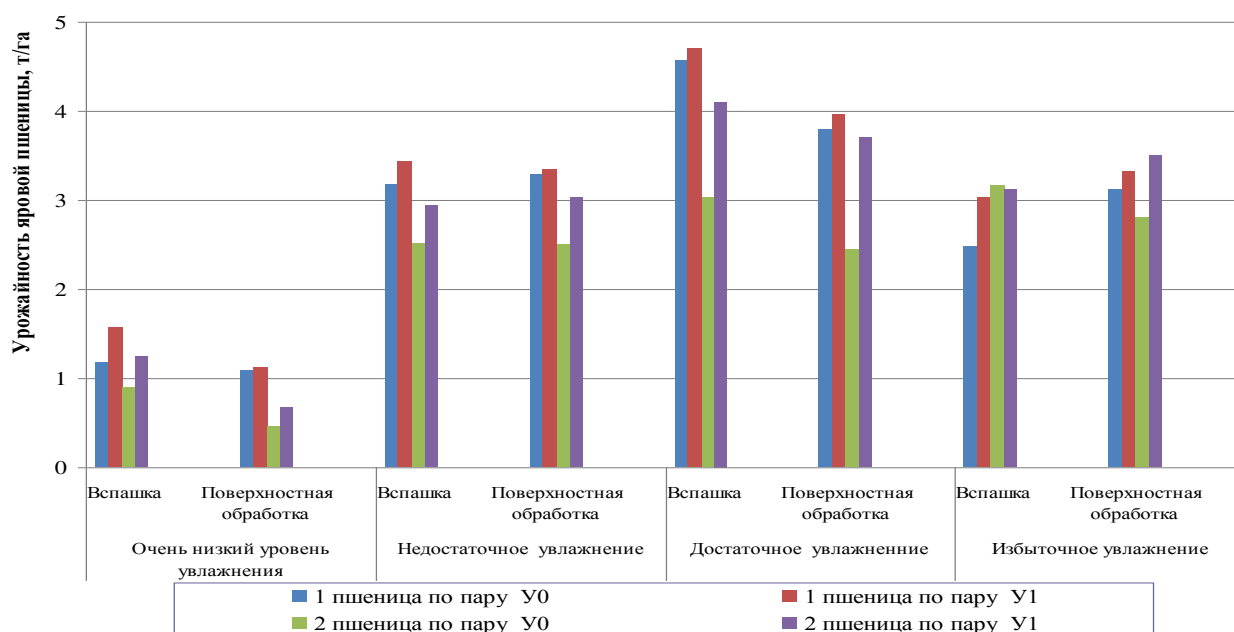


Рисунок – Изменение урожайности яровой пшеницы в зависимости от уровня влагообеспеченности, предшественника и минимизации обработки почвы

Средняя урожайность яровой пшеницы на 1 га севооборотной площади за 2011-2014 гг. на фоне минимальной обработки почвы была на 7% ниже, чем на вспашке, т.е. наблюдалась тенденция к снижению урожая (таблица 3). При минимизации обработки почвы в годы с достаточным увлажнением урожайность яровой пшеницы снижалась примерно на 15%, по сравнению с вариантом вспашки. В условиях с очень низким уровнем увлажнения на фоне $У_1$ снижалась на 37%, соответственно. В годы с избыточным и недостаточным увлажнением варианты опыта с различной зяблевой обработки почвы достоверно не различались.

Таблица 3 – Влияние условий увлажнения и минимизации обработки почвы на урожайность яровой пшеницы, т/га севооборотной площади

Уровни влаго-обеспеченности по ГТК	Год	Уровень удобренности	Вариант обработки почвы		НСР ₀₅
			вспашка	поверхностная обработка	
Очень низкое увлажнение	2012	У0	0,69	0,51	0,21
		У1	0,93	0,59	
Недостаточное увлажнение	2011	У0	1,90	1,93	0,34
		У1	2,13	2,13	
Достаточное увлажнение	2014	У0	2,53	2,08	0,33
		У1	2,93	2,55	
Избыточное увлажнение	2013	У0	1,88	1,97	0,33
		У1	2,05	2,28	
Среднее по фактору обработка почвы			1,88	1,75	0,19

Закключение. На чернозёме выщелоченном в условиях лесостепи Приобья минимизация обработки почвы не приводила к снижению

урожайности яровой пшеницы в сравнении со вспашкой. В большей степени на урожайность яровой пшеницы оказывали влияние погодные условия вегетационного периода, уровень удобренности и предшественник культуры в севообороте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кирюшин В.И., Ганжара Н.Ф., Кауричев И.С., Орлов Д.С., Титлянова А.А., Фокин А.Д. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах. М.: Изд-во МСХА, 1993. – 99 с.
2. Мальцев Т.С. Новая система обработки и посева. – М., 1956. – 47 с.
3. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. – М.: КолосС, 2010. – 687 с.
4. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. - 396 с.
5. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах. – Новосибирск: РАСХН, Сиб. отделение, 2013. - 790 с.
6. Иодко С.Л., Шарков И.Н. Новая модификация дисульфифенолового метода определения нитратов в почве // Агрохимия. 1994. № 4. С. 95-97.
7. Шарков И.Н., Колбин С.А. Связь показателей погоды с урожайностью яровой пшеницы в Центральной лесостепи Приобья. Аграрная наука – с.-х. производству Монголии, Сибирского региона, Казахстана и Болгарии // Сб. науч. докладов XVI междунар. науч.-практич. конф. (г. Улан-Батор, 29-30 мая 2013 г.) Улан-Батор: Тип. МГАУ, 2013. Ч. 1. С. 191-192.
8. Зоидзе Е.К., Хомякова Т.В. Моделирование формирования влагообеспеченности на территории Европейской России в современных условиях и основы оценки агроклиматической безопасности // Метеорология и гидрология. 2006. №2. С. 98-105.

УДК 633.1: 633.11.633.19

СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И КЛЕЙКОВИНЫ В ЗЕРНЕ ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

Л.П. Байкалова, д-р с.-х. наук, профессор

В.Ю. Попов, аспирант

Красноярский государственный аграрный университет,

г. Красноярск, Россия

e-mail: kos.69@mail.ru, viktor2009krsk@list.ru

Для успешного развития животноводства в стране увеличение производства кормов с каждого гектара является важной задачей, от успешного решения которой зависит общая эффективность использования земли и развитие других отраслей растениеводства. Обеспеченность кормовыми единицами на условную голову скота растет, однако по питательности корма не сбалансированы [1]. Решать проблемы кормопроизводства невозможно в отрыве от производства зерна [2, 3].

При переработке зерна в полноценные комбикорма более эффективно

может быть использовано зерно пшеницы и тритикале, что в условиях Сибири имеет большое практическое значение. Использование пшеницы и тритикале в рационе животных дает повышение прироста живой массы; увеличивает удои, снижение стоимости рациона [4, 5]. Белка в зерне яровой пшеницы содержится 18-24%, клейковины – 28-40%. При этом в 1 тонне пшеницы содержится 114-116 кормовых единиц, а обменная энергия в 1 тонне зерна составляет 18,1 ГДж. Зерну пшеницы отводится особая роль в решении мировой проблемы пищевого и кормового белка [6, 7].

Яровая тритикале интересна как высокоурожайная культура и ценна своей высокой устойчивостью к листовым и стеблевым ржавчинам [8]. Повышенное содержание белка и незаменимых аминокислот (лизин, триптофан) определяют пищевое и кормовое достоинство тритикале. Содержание клейковины у тритикале такое же, как у пшеницы, или на 2-4% больше, хотя качество ее ниже [9, 10].

Цель – оценка яровых пшеницы и тритикале по содержанию в зерне белка и клейковины при различных технологиях возделывания.

Методика и погодные условия. Полевые исследования проводились в лесостепной зоне Красноярского края, в УНПЦ «Борский» в 2023, 2024 гг. Площадь каждого варианта опыта 112 м². Способ посева – рядовой, повторность четырехкратная, предшественники – пар и зерновые. Учеты, наблюдения, проводились по методике ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, методике государственного сортоиспытания. Содержание белка и клейковины в зерне определяли методом спектроскопии в ближайшей инфракрасной области на спектральном ИК-анализаторе зерна Спектран-219. Двухукосное использование представляет из себя скашивание на зеленую массу в фазу выхода в трубку (первый укос), а затем, по мере отрастания новых побегов и формирования урожая зерна – комбайновая уборка зерна (второй укос). По Чирикову содержание подвижного фосфора было средним – 194 мг/кг, содержание обменного калия очень высоким – 213 мг/кг. Содержание легкогидролизуемого азота на момент закладки опытов составляло 152-175 мг/кг, рН = 7,2. Объектами исследований выступили сорта пшеницы и образцы тритикале, перспективные для двухукосного использования (табл.)

Погодные условия в годы исследований отличались друг от друга и от средней многолетней величины. Гидротермический коэффициент показывает, что 2023 г. был не достаточно увлажненным – ГТК был 1,00, а 2024 г. – умеренно увлажненным; ГТК составлял 1,22.

Результаты исследований. Содержание белка при возделывании по пару в среднем по всем сортам при одноукосном и двухукосном использовании было одинаковым 14,4 %. Превосходили контроль Эритроспермум 94/1119 сортообразцы тритикале Эритроспермум 112/1020 и Эритроспермум 250/220. По зерновому предшественнику при одноукосном использовании содержание белка составляло 14,3 %, при двухукосном было ниже на 0,3 %. Лучшими по содержанию белка по предшественнику зерновые были пшеница Тюменская 29 14,6 % при одноукосном и 14,7 % при двухукосном использовании и тритикале Эритроспермум 239/220 15,3 % и 14,7 % соответственно (табл.)

Таблица – Химический состав зерна пшеницы и тритикале при различных технологиях возделывания, %, 2023, 2024 гг.

Сорт, номер	Пар				Зерновой предшественник			
	1	2	1	2	1	2	1	2
	укос	укоса	укос	укоса	укос	укоса	укос	укоса
	белок, %		клековина, %		белок, %		клековина, %	
1.Рикс, контроль	15,1	15,0	15,8	16,7	14,0	14,4	14,1	15,6
2.Эритр. 94 /1119, контроль	14,2	14,4	12,5	13,0	13,8	13,4	11,5	11,2
3.Тюменская 29	15,5	14,6	18,2	17,0	14,6	14,7	16,2	16,2
4.Эритроспермум 56 /314	14,1	14,3	12,5	12,8	13,4	13,4	11,5	11,9
5.Эритроспермум 57 /405	14,3	14,5	14,2	14,4	14,5	14,4	13,8	14,5
6.Эритроспермум 112 /1020	14,7	14,8	15,1	14,0	15,3	13,9	15,6	12,8
7.Эритроспермум 160/217	14,0	14,8	11,8	13,5	13,7	13,5	11,4	11,4
8. Эритроспермум 239 / 220	13,7	13,7	10,2	11,9	15,3	14,7	15,9	14,8
9. Эритроспермум 217 /1020	13,9	14,8	12,7	13,7	14,0	13,4	13,2	12,2
10. Эритроспермум 217 /1213	14,0	14,5	13,2	12,9	14,7	14,4	14,2	14,0
11. Эритроспермум 250 /220	14,6	15,0	14,0	15,9	13,9	14,0	14,0	12,8
Среднее	14,4	14,4	13,6	14,2	14,3	14,0	13,8	13,4
НСР _{05А сорт}	0,11	0,11	0,2	0,29	0,1	0,06	0,06	0,16
НСР _{05Б год}	0,05	0,05	0,09	0,12	0,04	0,02	0,02	0,07
НСР _{05А × Б}	0,15	0,15	0,28	0,4	0,12	0,08	0,08	0,22

По пару более высокое среднее содержание клейковины было при двуукосном использовании, оно превышало одноукосное на 0,6 %. При возделывании по зерновому предшественнику большее содержание клейковины получено при одном укосе. Лучшей по содержанию клейковины по пару и по зерновым при обоих способах возделывания была пшеница Тюменская 29. Среди тритикале при одноукосном использовании по пару максимальное содержание клейковины имела Эритроспермум 112/1020, при двуукосном – Эритроспермум 250/220. По зерновому предшественнику при обоих способах использования максимальное содержание клейковины было у Эритроспермум 239/220 (табл.)

Выводы. Содержание белка и клейковины в зерне зависело от рода, сорта, сортообразца, погодных условий, способа использования и предшественника. Двуукосное использование позволяет получать зерно пшеницы и тритикале, не уступающее по содержанию белка одноукосному при возделывании по пару. По содержанию клейковины на паровом предшественнике сорта пшеницы и образцы тритикале при двуукосном использовании превосходили одноукосное.

При одноукосном использовании по зерновому предшественнику было получено более высокое содержание клейковины, чем при возделывании по паровому. Это свидетельствует о возможности получения высококачественного зерна при возделывании пшеницы и тритикале по зерновым.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев В.И., Костомаров В.Н., Храмов С.Ю. Актуальные вопросы развития кормопроизводства в Западной Сибири // Вестник Омского ГАУ. – 2019. – № 2(34). – С. 24–

2. Садохина Т.А., Ломова Т.Г., Бакшаев Д.Ю. Продуктивность смешанных посевов зернофуражных культур и качество сенажа из них // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 2. – С. 43–49.

3. Кашеваров Н.И., Садохина Т.А., Бакшаев Т.Ю. Конкурентная способность компонентов в смешанных агроценозах зернофуражных культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2021. – Т. 51. – № 1. – С. 42–50.

4. Байкалова Л.П., Серебренников Ю.И. Оценка адаптивного потенциала сортов твердой пшеницы по урожайности // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 2. – С. 46–55.

5. Кононенко С.И., Паксютов Н.С. Способ повышения эффективности кормления свиней // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 27. – С. 105–107.

6. Зенкина К.В. Исходный материал ярового тритикале в условиях среднего Приамурья / Кристина Владимировна Зенкина. Автореф. дисс. к.с.-х.н. 06.01.05 Красноярск, 2021. – 24 с.

7. Кершанская О.И. Фотосинтетические основы продукционного процесса у пшеницы // Вестник региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству. – 2003. – № 3(6). – С. 30–35.

8. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). – Кишинев: Штиинца, 1988. – 868 с.

9. Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства Красноярского края [Электронный ресурс]. – <http://krasagro.ru/pages/info/stat/pole>.

10. Попов В.В. Пшеница в кормлении животных и птиц // Комбикорма. – 2010. – № 5. – С. 53–56.

УДК 633.13

ОЦЕНКА КОРМОВОЙ ЦЕННОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ОВСА ЯРОВОГО

Л.П. Байкалова, д-р с.-х. наук, профессор

¹*Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск*

Ю.И. Серебренников, канд. с.-х. наук

*Уярский государственный сортоиспытательный участок (ГСУ) филиала
ФГБУ «Госсорткомиссия» по Красноярскому краю и Республике Хакасия, п.*

Емельяново, Российская Федерация

¹*e-mail: kos.69@mail.ru; ²e-mail: ivanoff.yurser2011@yandex.ru*

Овёс – одна из наиболее важных зерновых культур. В России производится 22,5 % мирового объёма зерна этой культуры, в Канаде – 12,1 %, в США и Австралии – 5,6 %, Беларусь – 2,8 % и Китай – 2,7 %. Весь мировой валовой сбор зерна потребляется внутри стран-производителей [1, 2]. В настоящее время кроме пленчатого, успешно возделываются голозерные сорта овса [3]. Доля посевов овса в Сибири в последние годы снижается. В конце двадцатого века она составляла 24,5 % от площади посева зерновых и зернобобовых культур, в последнее десятилетие 11,5 % [4]. Однако овес – экономически выгодная культура, в связи с тем, что он имеет высокий

потенциал урожайности и кормовые достоинства. Его зерно обладает высокими кормовыми качествами, белок имеет более высокую биологическую ценность, чем белок ячменя и пшеницы [5].

Цель исследований – оценить кормовую ценность и продуктивность сортов овса в условиях Красноярской лесостепи.

Методика. Условия ведения исследований: интенсивное земледелие на Уярском государственном сортоиспытательном участке (ГСУ) Красноярского филиала ФГБУ «Госсорткомиссия» в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания [6]. В исследованиях задействовано было 7 сортов ярового овса, в т.ч. 5 – плёнчатых и 2 – голозёрных. За стандарт были взяты сорта Тубинский (плёнчатые сорта) и Голец (голозёрные). Почва на полях ГСУ – выщелоченный чернозём. Обработка почвы проводилась в соответствии с общепринятыми рекомендациями для данной зоны с применением органических (птичий помёт) и минеральных удобрений. Закладка опытов проводилась в четырёхкратной повторности рендомизированным способом в 2020-2023 гг. Учётная площадь каждой делянки – 25 м². Предшественник: пшеница яровая. Норма высева – 5,0 млн всхожих семян на 1 га. Качественные показатели определяли в зональной Красноярской химико-технологической лаборатории по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Математическая обработка проводилась с помощью комплекса компьютерных программ «Снедекор».

Обсуждение результатов. Полевой период характеризовался традиционными для лесостепи Красноярского края контрастными условиями. Периоды вегетации 2020 и 2022 гг. имели избыточное увлажнение (ГТК составил 1,66 и 1,81, соответственно). Особенно выделилась 1-я декада июня 2020 г., когда ГТК достиг особенно высокого уровня: 3,83. В период «2-я декада августа – 1-я декада сентября» он был на уровне 2,39-3,43. Прямой противоположностью их стали 2021 и 2023 гг., когда было отмечено недостаточное увлажнение, близкое к засушливому (1,00 и 1,01, соответственно).

Условия увлажнения вегетационных периодов отражались на содержании белка в зерне сортов овса. В избыточно увлажненном 2020 г. содержание белка в зерне плёнчатых сортов составляло 13,4 %, в то время как максимальное накопление белка в зерне отмечено в 2023 г., характеризующимся как недостаточно увлажненный. Аналогичная тенденция прослеживалась по содержанию белка в зерне голозёрных сортов. Содержание белка в зерне увеличивалось по мере снижения количества осадков от 2020 к 2023 г. В 2020 г. содержание белка в зерне составляло 16,6 %, в 2023 г. – 18,5 %.

В среднем за 2020-2023 гг. Голец заметно опережает остальные сорта по содержанию белка (17,9 %), в том числе другой голозёрный сорт Офеня. В ряду плёнчатых сортов Саян не на много превзошёл другие сорта (15,0 %) – у сортов Тубинский и Аргумент по 14,9 % (табл. 1).

Таблица 1 – Кормовая ценность зерна сортов овса, 2020-2023 гг.

Сорт	Содержание белка			Содержание кормовых единиц		
	%	± к стандарту	Ранг	к.ед./кг	± к стандарту	Ранг
Тубинский (ст.)	14,9		4	1,00		4
Аргумент	14,9	0	4	1,00	0	4
Браслет	14,7	-0,2	5	0,99	0,01	5
Саян	15,0	0,1	3	1,01	0,02	3
Сиг	14,5	-0,4	6	0,97	-0,03	6
Голец (ст.)	17,9		1	1,44		1
Офеня	17,2	-0,7	2	1,38	-0,06	2

Содержание кормовых единиц в зерне пленчатых и голозерных овса так же зависело от погодных условий. В среднем у пленчатых сортов меньшее содержание кормовых единиц было в 2020 г. 0,896, большее содержание – в 2023 г. – 1,114 к. ед. /кг. У голозерных сортов отмечена аналогичная тенденция – в 2020 г. 1,335 к. ед./кг, в 2023 – 1,490 к. ед./кг.

В среднем большее содержание кормовых единиц отмечено у голозерных сортов (1,38-1,44 к. ед./кг), в то время как у пленчатых сортов содержание кормовых единиц не превышает 1,01 к.ед./кг. Среди голозерных сортов в наших опытах Голец показал наибольшее содержание кормовых единиц (1,44 к. ед./кг). У пленчатых сортов данный показатель был приблизительно одинаковый. Саян лишь на 0,01 к.ед./кг опережал ближайших конкурентов (табл. 1).

Как и в исследованиях В.Е. Полонского и др. [7], у нас урожайность зерна большинства пленчатых сортов превышает аналогичный показатель голозерных сортов, и обратная ситуация складывается в случае с содержанием белка (табл. 2).

Таблица 2 – Продуктивность сортов овса ярового, 2020-2023 гг.

Сорт	Урожайность			Сбор белка		
	т/га	± к стандарту	Ранг	ц/га	± к стандарту	Ранг
Тубинский (ст.)	4,0		3	0,56		2
Аргумент	3,4	-0,6	5	0,45	-0,11	7
Браслет	4,3	0,3	1	0,59	0,03	1
Саян	3,9	-0,1	4	0,54	-0,02	3
Сиг	4,0	0	2	0,52	-0,04	5
Голец (ст.)	3,0		7	0,51		6
Офеня	3,3	0,3	6	0,53	0,02	4
НСР ₀₅ А сорт	0,15			0,11		
НСР ₀₅ В год	0,11			0,08		
НСР ₀₅ АхВ	0,29			0,23		

Урожайность и сбор белка зависели от погодных условий и биологических особенностей исследуемых сортов. В среднем по сортам максимальная урожайность и сбор белка получены в 2022 г. – 5,10 т/га и 0,79 ц/га соответственно. Резко снижали урожайность и сбор белка сорта овса в 2023

и 2021 гг. В 2023 г. урожайность и сбор белка были минимальными в исследуемом периоде и составляли 1,97 т/га и 0,21 ц/га. В 2021 г. урожайность составила 2,99 т/га и сбор белка – 0,44 ц/га.

Сбор белка у исследуемых сортов достоверных различий со стандартами не имел. Ранжирование сортов проведено на основании округления среднемноголетнего показателя, округлённого до сотых. Так, лучшие результаты по ранжированию показали сорта Браслет, Тубинский и Саян. Лучшим из голозёрных стал Офеня (табл. 2).

Выводы. Содержание белка и кормовых единиц в зерне овса зависело от погодных условий периода вегетации и сорта. Отмечено увеличение содержания белка и кормовых единиц в засушливые годы. Ранжирование показателей кормовой ценности зерна овса показало одинаковые результаты. По содержанию белка в зерне и кормовых единиц голозёрные сорта существенно превосходят плёнчатые. Максимальным содержанием белка и кормовых единиц в зерне среди голозерных овсов обладал Голец – 17,9 % и 1,44 к. ед./кг, среди пленчатых – Саян 15,0 % и 1,01 к. ед./кг. Следовательно, Голец в кормовом плане лучше, чем Офеня, а Саян – лучше, чем Тубинский.

Среди пленчатых сортов по урожайности и сбору белка превосходил стандарт сорт Браслет. Среди голозерных более продуктивным был Офеня, который превосходил стандарт по урожайности на 0,3 т/га, по сбору белка – на 0,02 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баталова Г.А. Формирование урожая и качества зерна овса // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 10-13.
2. Нигматулина Г.Р., Лукьянов В.Н., Якупова Р.А., Галеев А.Ф., Попова Л.В., Нигаматьянов И.И. Овес – ценная зерновая культура // Российский электронный научный журнал. – 2022. – № 4 (46). – С. 172-195.
3. Нурлыгаянов Р.Б., Гумеров Д.А., Константинова О.Б., Попова Л.А. // Российский научный электронный журнал. – 2022. – № 3. – С.86-108.
4. Быков А.А., Борисова О.В., Гриценко Г.М., Задков А.П., Сучков А.И., Щетинина И.В., Кашеваров Н.И., Альт В.В., Иванов Н.М., Назаров Н.Н., Бессонова Е.В., Едренкина Н.М., Стенкина М.В., Утенкова Т.И., Данилов В.П., Колбин С.А., Садохина Т.А., Балущкина Е.А., Ермохин В.Г. и др. Проблемы и перспективы развития зернового подкомплекса и рынка Сибири. – Новосибирск: Агронаука, 2023. – 175 с.
5. Чернов О.С. Овес в севооборотах Владимирского ополья // Владимирский земледелец. – 2023. – № 3 (105). – С. 48-55.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. – М., 2019. – 329 с.
7. Полонский В.И., Герасимов С.А., Сумина А.В. Адаптивность образцов овса по величине урожая и содержанию белка в зерне в условиях Восточной Сибири // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 2(42). – С. 119-126.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ
СТАРОВОЗРАСТНЫХ НИЗКОПРОДУКТИВНЫХ ТРАВСТОЕВ
МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ
В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Д.Ю. Бакшаев, канд. с.-х. наук

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН
(СибНИИ кормов), г. Новосибирск, Россия*

Введение. Одним из основных направлений интенсификации кормопроизводства на современном этапе является повышение продуктивности за счет введения в оборот низкопродуктивных сеяных многолетних травостоев. В Западной Сибири площади многолетних трав, возраст которых превышает 5 и более лет, занимают более 50 % от общего посева [1]. Продуктивность таких фитоценозов, в результате большой изреженности, уплотнения почвы и, как следствие, плохого водного и воздушного режимов, невысока - 3-8 ц/га сухой массы низкого кормового достоинства [2,3]. Для введения их в оборот необходим поиск приемов обработки дернины, обеспечивающих ее максимальное измельчение и создание комфортных условий для роста и развития пластовой культуры. При этом такая технология должна быть доступна в технологическом и экономическом плане. Эффективность способов поверхностной обработки при разделки пласта многолетних трав изучена недостаточно, и требует комплексного подхода к проблеме.

Цель исследований – оптимизация приёмов обработки дернины старовозрастного сеяного многолетнего травостоя в лесостепной зоне Западной Сибири.

Методы исследований. Исследования проведены в 2014-2016 гг. на стационаре СибНИИ кормов, расположенном в лесостепной зоне Западной Сибири. Для зоны характерен резко континентальный климат, суровые и малоснежные зимы, непродолжительное, но жаркое лето. Весна и осень короткие с возвратом холодов и ранними заморозками. Среднее годовое количество атмосферных осадков составляет 350-450 мм, из них 254 мм выпадает в тёплый период года (апрель–сентябрь). Сумма температур воздуха выше 10 °С в среднем за вегетационный период составляет 1880 °С с отклонением по годам от 1500 до 2250 °С. Весенние заморозки в воздухе возможны до 20 мая, на почве - до 17 июня. Средняя дата устойчивых осенних заморозков приходится на 18-22 сентября, ранних – на 20 августа.

Объектами исследований в 2014 г. был травостой злаково-бобовый (кострец безостый+клевер луговой) 8-го года жизни, в 2015 г. - травостой костреца безостого 12-го года жизни, в 2016 г. - травостой злаково-бобовый (кострец безостый + люцерна) 6-го года жизни.

Схема опыта

1. Вспашка плугом ПЛН–3–35 (контроль).
2. Обработка дернины БДТ–3 в два следа осенью.

3. Обработка дернины фрезой ФБН в 2 следа осенью.

4. Обработка дернины гербицидом сплошного действия осенью с последующей обработкой БДТ–3 весной в два следа.

5. Обработка дернины БДТ–3 весной в два следа.

Общая площадь делянки 288 м². Повторность опыта 3-кратная. Использовали гербицид сплошного действия Торнадо (2 л/га). Наблюдения и учёты выполнены по общепринятым методикам.

По условиям тепло- и влагообеспеченности вегетационные периоды 2015 и 2016 гг. были близкими к средним многолетним показателям. В 2014 г. среднесуточная температура мая оказалась на 0,5 °С ниже средней многолетней, что задержало начало полевых работ. Из-за запоздалой весны посев пластовой культуры (овёс, сорт Краснообский) проведён на всех вариантах опыта 30 мая. В 2015 г. посев овса проведён 13 мая, в 2016 г. - 6 мая.

Результаты исследований и их обсуждение.

Полные всходы овса в 2014 г. отмечены 14 июня, в 2015-2016 гг. - 29 мая. Наиболее полные всходы растений овса получены на контроле (осенняя вспашка) – 86% и при обработке дернины гербицидом сплошного действия – 77% (таблица 1). Минимальная густота травостоя овса (56 %) получена на варианте обработки дернины тяжёлой дисковой бороной весной в два следа перед посевом. При разделке дернины осенью, этот показатель был на 12-30 % выше, что является свидетельством преимущества проведения осенней разделки дернины по сравнению с весенней.

Таблица 1 – Влияние способа обработки дернины старовозрастного травостоя на полевую всхожесть семян овса

Вариант	Год			Среднее за 2 года	Среднее за 3 года
	2014	2015	2016		
Вспашка осенью (контроль)	88	76	94	85	86
БДТ–3 осенью	75	57	78	68	68
ФБН осенью	-	61	69	65	-
Гербицид осенью + БДТ–3 весной	84	69	79	73	77
БДТ–3 весной	56	55	56	56	56

Наиболее интенсивный рост растений овса был на контрольном варианте (вспашка осенью), где в фазу цветения средняя высота составляла 97 см (таблица 2). Наименьшая высота растений овса (75 см) была на варианте при разделке дернины тяжёлой дисковой бороной весной. При внесении гербицида в осенний период с последующим дискованием дернины весной, а также на вариантах при двукратной обработке дернины осенью дисковой бороной и при фрезеровании дернины в осенний период, высота растений овса снижалась на 4–8 см в сравнении с контролем.

При обработке дернины осенью создаются более благоприятные условия для роста и развития последующих культур, на этих вариантах получен и более высокий урожай пластовой культуры (таблица 3). В среднем за годы исследований максимальная урожайность получена при вспашке осенью – 173 ц/га зеленой массы и 22,7 ц/га зерна. При обработке дернины гербицидом

сплошного действия с последующим дискованием урожайность снизилась соответственно на 17 и 8%. Минимальная урожайность овса получена при обработке дернины дисковой бороной весной – 101 ц/га зелёной массы и 11,7 ц/га зерна (58% и 43% ниже вспашки).

Таблица 2 – Влияние способа обработки дернины старовозрастного травостоя на высоту растений овса, см

Вариант	2014 г. (6августа)	2015 г. (21июля)	2016 г. (3августа)	Среднее за 2 года	Среднее за 3 года
Вспашка осенью (контроль)	97	90	105	98	97
БДТ–3 осенью	92	86	89	88	89
ФБН осенью	-	88	98	93	-
Гербицид осенью + БДТ–3 весной	81	85	105	91	91
БДТ–3 весной	73	76	77	75	75

Таблица 3 – Влияние способа обработки дернины старовозрастного травостоя на урожайность овса, ц/га

Вариант опыта	Год			Среднее
	2014	2015	2016	
Зеленая масса				
Вспашка осенью (контроль)	134	208	175	173
БДТ–3 осенью	97	115	100	105
ФБН осенью	129	166	140	145
Гербицид осенью + БДТ–3 весной	127	155	165	144
БДТ–3 весной	102	105	95	101
НСР ₀₅	18	16	8	
Зерно				
Вспашка осенью (контроль)	20,2	23,2	24,6	22,7
БДТ–3 осенью	17,7	15,9	14,6	16,0
ФБН осенью	17,9	16,7	16,7	17,1
Гербицид осенью + БДТ–3 весной	21,4	18,9	22,1	20,8
БДТ–3 весной	16,1	9,2	10,0	11,8
НСР ₀₅	5,9	4,1	1,6	

Минимальная засорённость в опыте отмечена при разделке дернины плугом – 5 шт./м², максимальная при весеннем дисковании – 17 шт./м² (таблица 4). Низкую засорённость пластовой культуры можно объяснить влиянием предшественника. Многолетние травы, развивая мощную корневую систему подавляют рост сорных растений, что позволяет получать урожай зерна овса с малыми затратами на его очистку от сорных примесей.

Полученные данные свидетельствуют, что в условиях лесостепной зоны Западной Сибири при разработке старовозрастного травостоя целесообразнее разделку дернины проводить осенью плугом или обработать травостой осенью гербицидом с последующей разделкой дернины весной следующего года дисковой бороной. Разница в росте и развитии растений овса на этих вариантах была минимальной, что подтверждается получением урожаев зелёной массы и

зерна на этих участках. Замена вспашки внесением гербицида не оказывает заметного влияния на урожайность пластовой культуры.

Таблица 4 – Влияние способа обработки дернины старовозрастного травостоя на засорённость посева пластовой культуры

Вариант	Годы						Среднее	
	2014		2015		2016			
	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%
Вспашка осенью (контроль)	10	0,9	4	1,0	2	0,5	5	1,1
БДТ-3 осенью	4	0,6	2	0,5	6	1,5	4	1,1
ФБН осенью	-	-	5	1,6	10	2,1	7	2,0
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	14	3,6	11	4,0	2	0,5	8	2,0
БДТ-3 весной	24	5,3	14	5,0	15	4,1	17	5,6

Расчёт экономической эффективности способов обработки почвы при разделке пласта многолетних трав показал, что более целесообразна вспашка, несмотря на более высокие затраты в сравнении с изучаемыми способами (таблица 5). В среднем за годы исследований стоимость продукции, полученной с 1 га в контроле, составила 22690 рублей, чистый доход составил 16261 рубль с га. При внесении гербицида она снизилась на 8% и составила 20810 рублей, а при разделке дернины дисковой бороной весной перед посевом овса на 48% до 11780 рублей на га.

Таблица 5– Экономическая оценка способов обработки дернины старовозрастных посевов многолетних трав, (среднее за 2015–2017 гг.)

Вариант	Кормо- вых единиц, ц/га	Сумма затрат, руб./га	Стоимость продукции, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Себес- тоимо- сть 1 ц к.ед., руб.	Рента- бель- ность, %
Вспашка осенью (контроль)	22,69	6429	22690	16261	283	253
БДТ–3 осенью	16,05	5686	16050	10364	354	182
ФБН осенью	16,69	5973	16690	10717	358	179
Гербицид осенью + БДТ–3 весной	20,81	8859	20810	11951	426	135
БДТ–3 весной	11,78	4698	11780	7082	399	151

Очевидно, что выбор способа обработки старовозрастного злаково–бобового травостоя многолетних трав будут определять затраты, что дешевле – вспашка или внесение гербицида. Затраты на разделку 1 га дернины сеяных многолетних трав плугом составляют 1060 рублей, на внесение гербицида – 3866 руб. Наименьшие затраты на разделку дернины обеспечивает обработка БДТ–3 – 533 руб./ га. При вспашке основные затраты – топливо, при внесении гербицида стоимость препарата.

Выводы

1. В условиях лесостепной зоны Западной Сибири при разработке дернины сеянного старовозрастного травостоя многолетних трав лучшим способом является вспашка в осенний период, что обеспечивает повышение урожайности зеленой массы на 16–42%, зерна на 8–48% в сравнении с другими способами. Рентабельность возделывания составила 253% при себестоимости 1 ц. к.ед. 283 руб.

2. Обработка дернины гербицидом сплошного действия в осенний период приводит к гибели многолетних трав и не оказывает отрицательного действия на рост и развитие пластовой культуры. В среднем за три года исследований урожай зелёной массы получен на 17% ниже контроля и составил 144 ц/га, зерна на 8% до 20,8 ц/га. Рентабельность 135%, себестоимость 1 ц. к.ед. – 426 руб.

3. Минимальная урожайность получена при весеннем дисковании перед посевом пластовой культуры – 101 ц/га зеленой массы и 11,8 ц/га зерна. Рентабельность 151%, себестоимость 1 ц. к.ед. – 399 руб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ваганов К.Г., Першилин К.Г., Черепанов М.Е., Свистунова Ю.И. Кормопроизводство в засушливых условиях Западной Сибири. -Новосибирск, 1994. – 62 с.
2. Кашеваров Н.И., Резников В.Ф. Проблемы оптимизации кормопроизводства в Сибири.- Новосибирск, 2016.- 88 с.
3. Мустафин А.М., Тюрюков А.Г., Филиппов К.В. Улучшение естественных и старовозрастных лугов в Сибири: монография; СФНЦА РАН. -Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017.-116 с.

УДК 633.325:633.2.03(571.1)

ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ ЛУГОВОГО АГРОЦЕНОЗА ПРИ ПОДСЕВЕ КЛЕВЕРА СРЕДНЕГО (*TRIFOLIUM MEDIUM*) В ПРИОБСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Е.В. Боголюбова, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник,
Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН
630501, Россия, Новосибирская обл., пос. Краснообск
e-mail: elenabogolyubova@yandex.ru

В 60–80-х годах прошлого века повышенная пастбищная нагрузка на природные луговые сообщества привела к их деградации: уменьшилась урожайность, в ботаническом составе стали преобладать виды разнотравья, а из злаков – мятлик узколистый, как наиболее депрессионно устойчивый вид. Такие разнотравно-мятликовые остепнённые луга заняли наибольшую площадь среди естественной растительности лесостепной части Приобья [1].

Для повышения урожайности злаковых лугов и улучшения качества получаемого корма используется подсев бобовых трав [2,3]. Ассортимент

бобовых трав, отвечающих требованиям современных ресурсосберегающих технологий – долголетней высокой урожайности и конкурентоспособности в отношении злаковой основы луга, невелик.

Сотрудниками Центрального сибирского ботанического сада СО РАН была создана коллекция многолетних видов клевера. В качестве перспективного кормового растения, а также для рекультивации угольных отвалов был рекомендован клевер средний (*Trifolium medium* L.) [4]. Этот вид характеризовался высокой приспособляемостью к различным экологическим условиям и долголетием, что во многом обусловлено строением его побеговой системы – длиннокорневищной с активным вегетативным возобновлением из верхушечных и боковых почек и из почек в основании надземных побегов [5]. Благодаря своим биологическим особенностям клевер средний перспективен для создания долголетних луговых агроценозов, однако работ по совместному произрастанию его с многолетними травами, в особенности со злаками, немного [6,7]. Было показано, что при подсеве клевера среднего в природное разнотравно-мятликовое сообщество первые четыре года жизни он развивался медленно и участие в общей массе не превышало 25 %. В дальнейшем, вплоть до 15 года жизни, доля клевера составляла не менее 40 %. Более долголетнее изучение лугового агроценоза с клевером средним не проводилось.

Цель исследования. Изучить состояние долголетнего лугового агроценоза (19–25 годы опыта) при подсеве клевера среднего в разнотравно-мятликовое природное сообщество в Приобской лесостепи.

Опыт по влиянию подсева клевера среднего в дернину разнотравно-мятликового луга был заложен в 2000 году. Клевер всевался в разработанные фрезой полосы шириной 50 см с чередованием такой же ширины полос естественного сообщества.

Подсев клевера среднего коренным образом повлиял на ботанический и видовой состав природного луга, а также его урожайность. В течение периода наблюдений (19–25-е годы проведения опыта) в естественном сообществе (контроль) преобладало разнотравье – 43–74 %. Виды бобовых трав в общей массе травостоя составляли от 13 до 26 %. Наибольшее их участие наблюдалось в засушливые годы, когда снижалась масса злаков. Преобладала люцерна желтая и мышиный горошек. Общая урожайность надземной массы природного сообщества колебалась от 330 до 440 г/м² (воздушно-сухое вещество) в годы с благоприятным увлажнением в весенне-раннелетний период и от 130 до 240 г/м² в сухие годы.

На опытном участке клевер средний в течение всего периода наблюдений сохранял высокое участие от 46 до 70 % в общей массе травостоя, чему способствовала сохраняющаяся стабильной (440–560 шт./ м²) густота стояния его побегов при невысокой (14–34 %) доле генеративных. Как и другие виды, клевер средний отрицательно реагировал на весеннюю засуху, снижая урожайность до 170 г/м² и восстанавливался до 340–440 г/м² в более благоприятные по увлажнению годы (рис.)

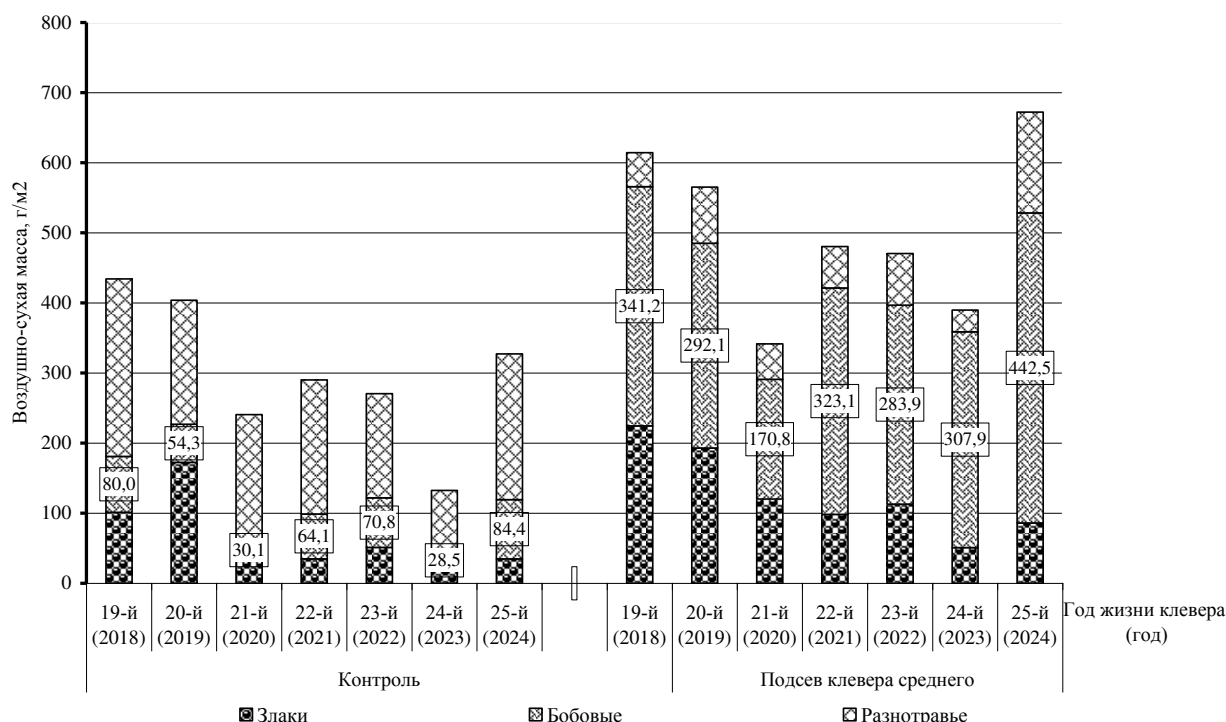


Рисунок – Урожайность и ботанический состав разнотравно-мятликового луга при подсеве клевера среднего

Клевер средний проявил высокую конкурентоспособность в отношении доминирующих в травостое злаков – ежи сборной и мятлика узколистного. Более того, злаки положительно реагировали на совместное произрастание с клевером. Они формировали в 2–3 раза больше массы по сравнению с природным лугом. Отрицательно повлиял подсев клевера на все виды разнотравья, в том числе и доминанты – лабазник обыкновенный и клубнику. Общая урожайность травостоя на опытном участке превышала контроль в 1,4–3 раза. Наибольшие различия между ними наблюдались в засушливые годы.

Таким образом, клевер средний, подсеянный в дернину разнотравно-мятликового природного луга, продолжает доминировать в травостое в течение 25 лет с долевым участием 46–70%. Под влиянием подсева изменился видовой и ботанический состав природного сообщества – увеличилась масса злаков и уменьшилась – разнотравья. Урожайность опытного участка в течение 19–25 годов жизни клевера превышала контроль в 1,4–3 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паршутин Л.П. Основные тенденции антропогенных изменений естественных кормовых угодий правобережной Приобской лесостепи // Сенокосы и пастбища Сибири: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов. – Новосибирск, 1989. С. 78–85.
2. Кутузова А.А., Проворная Е.Е. Создание бобово-злаковых сенокосов на лугах Нечернозёмной зоны // Земледелие. – 2005. – № 4. – С. 23–24.
3. Лазарев Н.Н., Куренкова Е.М. Ботанический состав и урожайность долголетних лугов, улучшенных подсевом бобовых трав в дернину // Известия ТСХА. – 2009. – Вып. 1. – С. 89–98.
4. Пленник Р.Я. Бобовые и злаковые растения природной флоры в восстановлении

нарушенных и техногенных земель и вопросы их семеноводства // Сиб. вестн. с.-х. науки. 1995. № 3-4. С. 57–61

5. Денисова Г.М. Побегообразование у *Trifolium medium* L. // Бот. журн. 1959. Т. XLIV. № 11. С.1631–1632.

6. Рещетникова С.Н. Использование дикорастущего вида *Trifolium medium* L. в посевах многолетних трав // Вестник Ульяновской ГСХА. 2007. № 1. С. 23–24.

7. Боголюбова Е.В. Трансформация остепнённого луга при подсева *Trifolium medium* L. (*Fabaceae*) в Приобской лесостепи // Растительный мир Азиатской России, 2020. № 1 (37). С. 79–84.

УДК 631.461

СООТНОШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ТРАДИЦИОННОГО И МЕТАГЕНОМНОГО МЕТОДОВ АНАЛИЗА В ОЦЕНКЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ МИКРОБИОМА ПАХОТНОГО ЧЕРНОЗЕМА

А.А. Данилова

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Краснообск
Новосибирская обл., Danilova7 alb@yandex.ru*

Т.В. Григорьева, М.И. Маркелова, Д.Р. Хуснутдинова

*Мультиомиксные технологии живых систем", Институт фундаментальной
медицины и биологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет,
Казань, timarkelova@gmail.com*

Г.В. Калмыкова

ООО «Микопро» Кольцово, Новосибирская обл., gvkalmyk@mail.ru

На сегодняшний день существует недостаток микробиологических показателей плодородия и экологического состояния почв, необходимых для оценки и мониторинга почвенных ресурсов. Именно метагеномные исследования считаются перспективным направлением по выявлению таких показателей – биоразнообразия, численности индикаторных таксонов и сложности межвидовых связей (Семенов, 2019). Анализ V3-V4 региона 16S рРНК у бактериобиома почвы в настоящее время является наиболее доступным и широко применяемым подходом для этих целей.

Цель нашей работы состояла в сравнении выводов в области оценки устойчивости микробного сообщества почвы к воздействию агрогенных стресс-факторов, полученных при помощи эксперимента с культивируемой частью сообщества и метагеномного анализа таксономической структуры бактериома, то есть «некультивируемого большинства» почвенных микроорганизмов.

Почва. Чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднегумусный (Luvic Chernozem) с различным предшествующим агроиспользованием. Образцы почвы для лабораторных опытов были отобраны в многолетних опытах, расположенных в «ОС Элитная» СФНЦА РАН в левобережной части Новосибирского Приобья (54°53'13,5" с.ш. и 82°59'36,7" в.д.). В работе

приводим данные по двум контрастным вариантам эксплуатации почвы - экспериментальном истощении в условиях бессменного чистого пара (16 лет) и использовании почвы в зернопаровом севообороте сидеральным паром с оставлением соломы на поле. Во втором варианте – на протяжении тех же 16 лет поступало в почву около 5-6 т/га в год растительных остатков. В результате различий в агротехнологии свойства почвы существенно изменились, прежде всего, в содержании мобильной фракции органического вещества (Сморт составляло 250 и 2800 мг/кг соответственно), которая, как известно, является основным регулятором и стабилизатором биологического статуса почвы. Число КОЕ на среде МПА составляло на пару 2 – 5 млн/г, в севообороте – 10 – 15. При этом доля спорообразующих бактерий на первом варианте была более чем на 50% выше в сравнении со вторым. В качестве стрессоров в эксперименте были задействованы два фактора – применение гербицида (метсульфурон метил – широко используемый для борьбы с широколиственной сорной растительностью) и инокуляция семян ростостимулирующей культурой бактерий (штамм *Bacillus thuringiensis ssp. dakota* В-947). Сравнили результаты оценки устойчивости живой фазы почвы, полученные методом мультисубстратного теста (МСТ) и метагеномного анализа. Выделение ДНК из образцов почвы проводили с использованием коммерческого набора FastDNA™ SPIN Kit for Soil (MP Biomedicals, США). Ампликоны V3-V4 региона гена 16S рРНК были секвенированы на платформе Illumina MiSeq (США) в режиме 2*300 п.о. Анализ производился с помощью программного обеспечения QIIME2 (v.2022.8) и базы данных SILVA (v/138).

При помощи МСТ оценивали функциональную устойчивость культивируемой части микробного сообщества почвы. Изучили размах колебания метаболического профиля сообщества при компостировании почвы без дополнительных источников углерода, внесении соломы, гербицида. Установлена универсальность отклика метаболического профиля сообщества на все изученные виды стрессов. А именно, размах колебания показателя устойчивости (отклик коэффициентов вариации общей активности и выравниваемости функционального спектра на стресс) в почве с низким содержанием Сморт был всегда достоверно выше в сравнении с таковыми с более высоким содержанием С морт. Экологическим последствием низкой метаболической устойчивости культивируемой части микробного сообщества в бедной почве явилось снижение способности к детоксикации гербицида до 2 раз в сравнении с почвой с более высоким содержанием С морт. (таблица).

По результатам метагеномного анализа список таксонов бактерий в почве под паром и севооборотом не различался. При этом обнаружены сдвиги в представленности таксономических групп, логично соответствующие сукцессионным изменениям в сообществе при истощении питательных ресурсов в почве в условиях многолетнего парования – повышение доли фил, представители которых часто характеризуются как олиготрофы, и понижение доли фил, относящихся к копиотрофам. Изменения в порядках также в целом соответствовали этим же закономерностям. В частности, отметили повышение доли фил *Firmicutes* , за счет порядка *Bacillales*, то есть отмечено повышение

представленности спорных форм в па­рующей почве в сравнении с почвой севооборота. Как показал анализ различий в представленности топ-10 порядков между вариантам опыта, отклонение состава микробиома от контроля при стрессе на фоне пара было достоверно больше (см расстояние Брея-Кертиса) в сравнении с показателями почвы с севооборота (рис.), что свидетельствует о более низкой устойчивости бактериобиома бедной почвы в сравнении с более богатой.

Таблица Функциональный отклик микробного сообщества чернозема выщелоченного Приобья на внесение гербицида при различных агротехнологиях (Данилова, 2018)

Агрофон	Вариант	Сумма баллов при МСТ	Число КОЕ, млн /г	УМА (МСТ/КОЕ)	Повышение УМА, % контроля	Уровень детоксикационной активности
Бессменные зерновые на протяжении 27 лет	Контроль*	5-15	10-15	0,5-1		Низкий
	МСМ	35-40	10-20	2-3,5	250-300	
Удаление соломы с поля + чистый пар	Контроль	10-20	10-16	1-1,3		Средний
	МСМ	55-63	18-20	3-3,2	150-180	
Оставление соломы на поле + чистый пар	Контроль	25-40	21-23	1,2-1,7		Высокий
	МСМ	45-55	20-25	2,1-2,3	30-90	
Оставление соломы на поле + занятый пар	Контроль	30-35	22-24	1,4-1,5		Высокий
	МСМ	55-60	22-24	2-2,5	70-80	
Оставление соломы на поле + сидеральный пар	Контроль	35-40	21-22	1,7-1,8		Высокий
	МСМ	55-65	20-23	2,7-2,8	55-65	
Залежь многолетняя	Контроль	80-100	25-30	3,2-3,3		Очень высокий
	МС М	9 0-110	2 5-30	3,6- 3,7	10- 15	

Примечание. В указанные интервалы входят не менее 75% экспериментальных значений при n=21.

* Контроль - почва без внесения гербицида метсульфуронметила

УМА - удельная метаболическая активность микробиоты

Содержание С морт в почве в представленном ряду агрофонов снижалось от 400 (бессменные зерновые) до 3000 мг С/кг в залежи

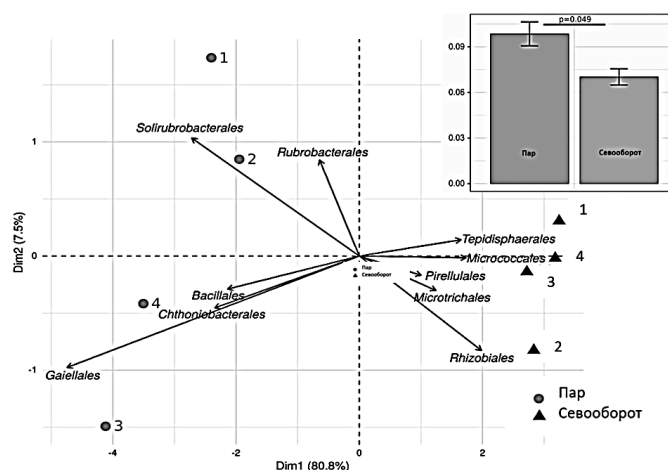


Рисунок. Представленность топ-10 порядков в координатах главных компонент и расстояние Брея-Кертиса между контрольным и опытными образцами. 1 – контроль, 2 – гербицид, 3 – биопрепарат, 4- гербицид+биопрепарат

Сделан вывод, что закономерности, установленные при помощи метода, учитывающего реакцию культивируемой части микробного сообщества почвы на агрогенный стресс, оказались сходными с выводами, полученными на основе метагеномного анализа. То есть, изменения отмечаемые при помощи традиционных методов почвенной микробиологии, являлись отражением изменений, происходящих в микробиоме почвы в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вечерский М.В., Семенов М.В., Лисенкова А.А., Степаньков А.А. Метагеномика- новое направление в экологии// Известия РАН. Серия биологическая. 2022.№1. С. 70-81.
2. Данилова А.А. Биодинамика пахотной почвы при различном содержании органического вещества. Новосибирск:СФНЦА РАН. 2018. 150 с.

УДК: 633.85.494(470.57)

ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ НОВЫХ СОРТОВ ЯРОВОГО РАПСА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

К.Е. Денисов, аспирант, мл. науч. сотр.

Т.А. Садохина, канд. с-х. наук

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (СибНИИ
кормов), г. Новосибирск, Россия*

Аннотация. Исследования были проведены в 2024 году на полевом стационаре СибНИИ кормов СФНЦА РАН, расположенном в северной лесостепи Приобья Новосибирской области. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, культура – яровой рапс. Опыт поставлен по общепринятым методикам, техника, применяемая в опыте зональная. Объект исследования сорта ярового рапса, «Ладный», «СибНИИК-198» и «Сибирский». При посеве в почву были внесены разные виды азотных удобрений, препарат на основе куриного помета, аммиачная селитра (N_{60}) и КАС-32. В условиях 2024 года наибольшую урожайность зеленой массы показал сорт Ладный при дозе азота (N_{60}) – 92,0 ц/га, что на 6–25% выше сортов СибНИИК-198 и Сибирский с аналогичной дозой азота, и в 2 раза выше варианта без внесения.

Ключевые слова: рапс яровой, удобрения, птицеводство, урожайность, зеленая масса.

Введение. Яровой рапс занимает стратегически важное место в аграрном секторе благодаря своей многофункциональности. Эта культура одновременно служит источником растительного масла, используется как кормовая база, сидерат для улучшения почв и медонос для пчеловодства. Согласно статистике Росстата, в Новосибирской области за 2024 год посевные площади под яровым рапсом достигли 165 тыс. га, что на 43% превышает показатели предыдущего года [0]. Эта динамика сопровождается ростом урожайности и активной селекционной работой по выведению новых сортов.

Оптимизация сельхозпроизводства сегодня невозможна без решения двух взаимосвязанных задач: повышения качества продукции при снижении затрат и экологизации процессов. Внесение удобрений остаётся ключевым инструментом увеличения урожайности, однако параллельно нарастает проблема утилизации отходов животноводства. Ежегодный объём помёта, навоза и стоков в РФ превышает 700 млн м³, а их неконтролируемое использование создаёт риски загрязнения почв и водоносных горизонтов.

При этом отходы животноводства содержат комплекс NPK-элементов, органические вещества и микроэлементы, делающие их ценным ресурсом для растениеводства. После кавитационной обработки и обеззараживания они трансформируются в эффективные органоминеральные удобрения, способные заменить до 40% минеральных подкормок.

Цель исследований – выявить продуктивность сортов ярового рапса, при применении разных видов азотных удобрений в условиях лесостепи Западной Сибири.

Задачи исследований:

изучить влияние различных видов азотных удобрений на рост и развитие ярового рапса

определить урожайность зеленой массы рапса в зависимости от видов азотных удобрений.

Условия материалы и методы. Исследования были проведены в 2024 году на полевом стационаре СибНИИ кормов СФНЦА РАН, расположенном в северной лесостепи Приобья Новосибирской области. Объект исследования – сорта ярового рапса «Ладный», «СибНИИК-198» и «Сибирский». Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый.

Удобрения вносили в следующие сроки: аммиачную селитру и куриный помёт в жидком виде до посева под предпосевную культивацию, КАС-32 по вегетации в фазу ветвления рапса. Повторность опытов 4-х кратная. Расположение вариантов систематическое, в 2 яруса. Посевная и учетная площадь делянок 4 м x 10 м = 40 м². Опыт поставлен по общепринятым методикам, техника, применяемая в опыте, зональная.

Защита растений: обработка семян протравителем перед посевом, пестицидная обработка по вегетации, при превышении ЭПВ.

Учеты на кормовую продуктивность проводились во 2 декаде июля, во время фазы цветения-формирования стручков, методом скашивания проб с двух несмежных повторений, с последующим взвешиванием и разделением на компоненты[0,0]. Высоту измеряли с помощью линейки.

Результаты и обсуждение. Формирование вегетационного периода ярового рапса в 2024 г. существенно зависело от влагообеспеченности почв и температурного режима. Агроклиматические условия сезона характеризовались экстремальными показателями: сочетание аномальных осадков с повышенными температурами создало эффект муссонного климата, что негативно сказалось на накоплении зелёной массы. Усвоение питательных элементов растениями началось с фазы всходов, однако труднодоступная форма азотных удобрений привела к замедленному развитию сортов СибНИИК-198 и «Сибирский». На этом фоне выделялся сорт «Ладный», демонстрировавший устойчивый рост даже в стрессовых условиях — его растения на 15-20% превосходили другие сорта по высоте стебля (Рис. 1). Данная закономерность наблюдалась на всех опытных делянках, кроме контрольного варианта, где удобрения не вносились, а различия между сортами были минимальны.

Неравномерность развития растений коррелировала с финальными показателями урожайности: более рослые экземпляры «Ладного» формировали на 25% больше зелёной массы по сравнению с отстающими сортами. Этот факт подтверждает важность подбора сортов с повышенной адаптивностью к экстремальным погодным условиям.



Ладный

СибНИИК-198

Сибирский

Рисунок – Растения сортов ярового рапса

Видовой состав сорняков в агроценозе ярового рапса был представлен доминирующими видами, такими как: марь белая, подмаренник цепкий, лебеда раскидистая, просо куриное, щирца запрокинутая, хвощ полевой, вьюнок полевой, одуванчик обыкновенный.

Таблица 1 – Урожайность зелёной массы и сбор сухого вещества сортов ярового рапса при различных видах азотных удобрений, ц/га

Вариант	Урожайность зеленой массы	Сухое вещество, %	А.с.в.
СибНИИК-198 (контроль)	43,0	17,8	7,7
Ладный (контроль)	45,5	18,6	8,5
Сибирский (контроль)	66,0	20,0	13,2
СибНИИК-198 (N_{60})	86,5	18,6	16,1
Ладный (N_{60})	92,0	14,7	13,5
Сибирский (N_{60})	69,2	20,9	14,5
СибНИИК-198 (куриный помет)	72,5	17,7	12,8
Ладный (куриный помет)	68,5	20,1	13,8
Сибирский (куриный помет)	54,5	21,7	11,8
СибНИИК-198 (N_{60} +КАС-32)	66,5	20,2	13,4
Ладный (N_{60} +КАС-32)	55,0	19,9	10,9
Сибирский (N_{60} +КАС-32)	34,0	21,1	7,2

В условиях 2024 года наибольшую урожайность зеленой массы показал сорт Ладный при дозе азота (N_{60}) – 92,0 ц/га, что на 6–25% выше сортов СибНИИК-198 и Сибирский с аналогичной дозой азота, и в 2 раза выше варианта без внесения. Хорошую реакцию на внесение удобрений показали

варианты с внесением препарата на основе куриного помета. Наиболее урожайными, по зеленой массе, вариантами оказались: Ладный (N_{60}), СибНИИК-198 (N_{60}), СибНИИК-198 (куриный помет), Ладный (куриный помет). Таким образом, в неблагоприятных условиях, для роста и развития ярового рапса, 2024 г. наиболее эффективным видом азотного удобрения оказался вариант с применением N_{60} – аммиачной селитры.

Выводы. Исследование показало, что в условиях 2024 года, наибольший прирост урожайности зеленой массы наблюдался на вариантах с применением аммиачной селитры (N_{60}), что выше контрольного варианта на 43,5 – 46,5 ц/га.

Растения развивались неравномерно, сорт СибНИИК-198 и «Сибирский», несколько отставали от сорта «Ладный», который значительно превосходил остальные 2 сорта по высоте, данная тенденция наблюдалась на всех вариантах, за исключением контроля, где удобрения не вносились.

С уверенностью можно сказать, что внесение препаратов на основе куриного помета способствует повышению урожайности зеленой массы. А растения ярового рапса имеют отчетливый отклик на внесение удобрений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемов И.В. Интенсификация производства энергетических кормов на основе использования рапса / И.В. Артемов, Н.С. Болотова // Главный зоотехник. – 2008. - № 6. – С. 29–32.
2. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии) / [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. — URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/29_cx-2024_predv.xlsx (дата обращения: 20.02.2025).
3. Садохина Т.А. Влияние органических удобрений на основе птичьего помёта на продуктивность кормовых культур и микробиологические показатели почвы / Т.А. Садохина, В. П. Данилов, А. Ф. Петров [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2021. – № 4(61). – С. 62-72. – DOI 10.31677/2072-6724-2021-61-4-62-72. – EDN AEQKUA.
4. Данилов В. П. Влияние органических удобрений на основе птичьего помета на продуктивность кормовых культур / В. П. Данилов // Труды международной научной онлайн-конференции «АгроНаука-2020»: Сборник статей, Новосибирск, 05–06 ноября 2020 года / Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск: Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН, 2020. – С. 33-35. – EDN ZQZTNJ.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. — Изд. 6-е, стер., перепеч. С 5-го изд. 1985 г. — М. : Альянс, 2011.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [Текст] : [В 7 вып.] / Гос. Комис. По сортоиспытанию с.-х. культур при М-ве сельск. Хоз-ва СССР. – Москва: Колос, 1971-. – 22 см.
7. Responsiveness of soybeans to the application of organic fertilizers based on bird droppings in the forest-steppe of Western Siberia / Т. А. Sadokhina, Е. А. Matenkova, Т. V. Gavrillets [et al.] // European Chemical Bulletin. – 2023. – Vol. 12, No. S4. – P. 12005-12013. – DOI 10.48047/ecb/2023.12.si4.1078. – EDN QLWGTT.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОРМОВЫХ РАЦИОНОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Н.Е. Евдокимова, канд. экон. наук

*Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития
сельских территорий – ВНИИЭСХ (Всероссийский институт аграрных
проблем и информатики им. А.А. Никонова – филиал), Москва, Россия
e-mail: n.e.evdokimova@vniiesh.ru*

Задача составления рациона для животных решалась, как для достижения экономических целей, так и для развития животноводства с использованием различных форм математического программирования в течение многих десятилетий. Чуть более века назад потребности в кормах рассчитывались в виде рекомендаций или суточных рационов по видам животных на основе содержания питательных веществ в видах кормов и обычно выражались на единицу живого веса. Эти нормы послужили отправной точкой в развитии математического моделирования. Работы Канторовича Л.В. по оптимальному распределению ресурсов [1] сначала были применены к оптимизации снабжения армии за счет оптимизации пищевых рационов американских солдат, а после войны для оптимизации затрат при кормлении животных [2]. С тех пор линейное программирование стало популярным для вычисления ситуационных кормовых рационов. Почему ситуационным: ограничением метода была необходимость решать модель каждый раз, когда требовалось изменить рацион из-за изменения цен, доступных ингредиентов, под каждый вид и вес животного и т.п. В шестидесятых в работах нашего основоположника методологии математического моделирования в сельском хозяйстве Ростислава Григорьевича Кравченко уже есть постановки задачи рационов с минимизацией затрат и в стационарном, и в динамическом варианте, а также и с критерием максимизации продуктивности [3].

Целью этой небольшой статьи является рассмотрение развития методов математического моделирования кормления сельскохозяйственных животных.

Кратко историю можно представить следующим списком, в котором методы представлены более или менее (поскольку некоторые развивались параллельно) по порядку их появления:

1) Линейное программирование (расчет кормовой смеси с наименьшими затратами или с максимизацией питательности с адекватными видам животных (возрастам и т.д.) требованиям по питанию: и до сих пор широко используется благодаря большому количеству вариантов и пакетов прикладных программ);

2) Динамическое программирование (с критериями максимизации или минимизации экономических показателей на протяжении производительного периода животного или стада);

3) Многокритериальная оптимизация (развитие линейного программирования, поскольку на практике кормовой рацион или кормовая смесь должна быть сформирована чаще всего по нескольким требованиям);

4) Целевое программирование (разновидность многокритериальных задач, метод последовательной оптимизации по всем критериям по порядку с уменьшением степени их важности таким образом, что решение задачи с менее важной целью не может ухудшить оптимума с более высоким приоритетом; важно для достижения баланса питательных веществ в кормосмесях);

5) Стохастическое программирование (для включения изменчивости питательных веществ и корректировки запаса безопасности в процесс составления корма);

6) Нечеткое программирование (на основе функций принадлежности, которые связывают числовые и нечисловые переменные);

7) Нелинейные модели (при включении функции роста и других уравнений с переменными времени);

8) Математические и конструктивные подходы, используемые в комплексных интегрированных моделях: корреляционно-регрессионный анализ, факторный подход (в биоэнергетических и некоторых других моделях), компартментный подход и другие;

9) Имитационные модели, позволяющие прогнозировать рост, состав тела, потребности в кормах и производственные затраты для различных сценариев (например, влияние глобального потепления на производство кормовых культур, цен ингредиентов кормов).

Оптимизационные модели зарекомендовали себя, как надежные и эффективные инструменты для решения проблем устойчивого развития животноводства [4]. В настоящее время большинство из них реализованы в виде практических прикладных инструментов для практиков и позволяют решать сложные задачи за небольшое время, дружелюбные в использовании, гибкие в плане изменения критериев, параметров и исходных данных. За рубежом увеличивается предложение компьютерных программ и симуляторов, как для составления планов кормления и рационов выездными консультантами, так и пакеты прикладных программ для животноводов и менеджеров. Оптимизировать экономические стратегии позволяют динамические и нелинейные модели, как на уровне ферм, так и выше. Концептуально четко наметился переход от детерминистических к стохастическим и динамическим моделям.

В настоящее время продолжаются исследования по дальнейшему совершенствованию норм потребности в питательных и биологически активных веществах животных с учетом природно-климатических и технологических особенностей их выращивания, а также фуражной эффективности агроценозов [5, 6]. Актуальным вызовом является своевременное прогнозирование изменений в кормосмесях для новых высокопродуктивных пород животных, над которыми работают генетики, поэтому важно включать в модели новые открытия в физиологии и биохимии по влиянию питательных веществ на новые породы животных.

Стоит особо остановиться на моделях взаимодействия животноводства и климата. Инструмент моделирования хорошо подходит для оценки снижения выбросов парниковых газов, например, для расчета эмиссии углерода от

животных. Как это было отмечено выше, для этого больше всего подходит имитационное моделирование. Имитационные эксперименты подтверждают вывод о том, что диетические манипуляции могут снизить выбросы парниковых газов на единицу произведенного продукта [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Канторович, Л. В. Математические методы организации и планирования производства / Л. В. Канторович. – Ленинград : Издательство ЛГУ, 1939. – EDN ZIGTUB.
2. Waugh F. V. The minimum-cost dairy feed (an application of "linear programming") // Journal of Farm Economics. – 1951. – Т. 33. – №. 3. – С. 299-310.
3. Кравченко, Р. Г. Экономико-математические модели задач по сельскому хозяйству / Р. Г. Кравченко. – Москва : Экономика, 1965. – 311 с. – EDN WEMWSV.
4. Огневцев, С. Б. Методические рекомендации по использованию математических методов и новых информатизационных технологий при разработке региональных систем ведения хозяйства в АПК / С. Б. Огневцев, В. П. Елизаров, С. О. Сиптиц. – Москва : ВИЖ, 1995. – 45 с. – EDN XPQAAF.
5. Садохина, Т. А. Кормовая продуктивность смешанных агроценозов в лесостепной зоне Западной Сибири / Т. А. Садохина, Д. Ю. Бакшаев, Т. Г. Ломова // Вестник НГАУ. – 2018. – № 1(46). – С. 52-59. – EDN YUMNJU.
6. Качество сенажа из смешанных посевов зернофуражных культур в лесостепной и степной зонах Западной Сибири / Н. И. Кашеваров, Т. А. Садохина, Т. Г. Ломова, Д. Ю. Бакшаев // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 4. – С. 82-86. – EDN YOSHZL.
7. Rendón-Huerta J. A., Pinos-Rodríguez J. M., Kebreab E. Animal nutrition strategies to reduce greenhouse gas emissions in dairy cattle // Acta universitaria. – 2018. – Т. 28. – №. 5. – С. 34-41.

УДК 633.26/.29

НОВАЯ КОРМОВАЯ КУЛЬТУРА ФЕСТУЛОЛИУМ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Жданова И.Л., младший научный сотрудник
*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской
академии наук*
г. Новосибирск, ул. Центральная 8
e-mail: novosib.ro@yandex.ru

Аннотация. Для устойчивого развития животноводства в Западной Сибири критически важно использовать кормовые культуры, устойчивые к сложным климатическим условиям. Гибридная культура фестулолиум, сочетающая свойства овсяницы и райграса, демонстрирует высокую урожайность, адаптационный потенциал и богатый питательный состав, что позиционирует её как важный ресурс для решения проблемы кормопроизводства. Проведённые исследования подтверждают, что комбинирование фестулолиума с многолетними бобовыми травами существенно увеличивает продуктивность агроценозов. Такие травосмеси

формируют кормовую базу с улучшенными качественными показателями: повышенной концентрацией питательных веществ и сбалансированным составом, что напрямую влияет на эффективность животноводческого сектора региона.

Ключевые слова: фестулолиум, урожайность зеленой массы, сухое вещество, переваримый протеин.

Введение. Одним из перспективных подходов к обеспечению животноводства кормовыми ресурсами в Западной Сибири выступает выращивание многолетних трав. Эти растения, благодаря своей адаптации к местным условиям, обеспечивают высококачественную биомассу, обогащённую минеральными компонентами, аминокислотами и значительным запасом обменной энергии. Помимо совершенствования методов выращивания традиционных многолетних кормовых культур, ключевую роль в устойчивом развитии отрасли играет интеграция в сельскохозяйственную практику новых видов и сортов. Особый интерес представляет фестулолиум – гибридная форма, объединяющая характеристики овсяницы и райграса. Этот гибрид отличается повышенной урожайностью, стрессоустойчивостью и способен расширить ассортимент культур, имеющих стратегическое значение для науки и агропромышленного комплекса. Однако его успешное внедрение в кормопроизводство зависит от адаптации агротехнических методов к специфике различных регионов.

Целью проведённой работы стала оценка результативности совместного выращивания фестулолиума с бобовыми растениями, а также влияния различных доз азотных удобрений на продуктивность кормовых агроценозов.

Исследования проводились в 2019–2023 гг. на опытном стационаре СибНИИ кормов СФНЦА РАН, расположенном в северной лесостепной зоне Западной Сибири. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, с содержанием гумуса 4,30–6,58% в слое 0–40 см. Реакция почвенного раствора (рН) – 7,4, сумма поглощенных оснований – 32,55–38,22 мг/экв на 100 г почвы.

Объектами исследований являлись многолетние злаковые – фестулолиум (*X Festulolium* F. Aschers. et Graebn.) – Изумрудный и бобовые люцерна изменчивая (*Medicago sativa* L.) – Вега 87, клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) – СибНИИК 10, эспарцет песчаный (*Onobrychis* Mill.) – СибНИИК 30 травы.

Опыт включал в себя варианты:

1. Фестулолиум (одновидовой посев, контроль).
2. Люцерна (одновидовой посев).
3. Клевер луговой (одновидовой посев).
4. Эспарцет песчаный (одновидовой посев).
5. Фестулолиум 1 ряд + люцерна 3 ряда (совместный посев).
6. Фестулолиум + люцерна (смешанный посев).
7. Фестулолиум 1 ряд + клевер луговой 3 ряда (совместный посев).
8. Фестулолиум + клевер луговой (смешанный посев).

9. Фестулолиум 1 ряд + эспарцет песчаный 3 ряда (совместный посев).

10. Фестулолиум + эспарцет песчаный (смешанный посев).

Нормы высева фестулолиума: 8 млн/га всхожих семян в одновидовом посеве, в смеси при черезрядном посеве – 2 млн/га всхожих семян, в смешанном посеве – 4 млн/га. Нормы высева многолетних бобовых трав 6 млн/га всхожих семян в одновидовом посеве, в смеси при черезрядном посеве – 4,5 млн всхожих семян на 1 га; в смешанном посеве – 3 млн/га всхожих семян.

Наряду с различным сочетанием рядов посева фестулолиума с многолетними бобовыми травами при весеннем отрастании двумя отдельными фонами ежегодно вносились азотные удобрения в дозе N_{30} и N_{60} (аммиачная селитра) вручную разбросным способом с последующим боронованием.

Посев проводился во второй декаде июля. Ширина междурядий – 15 см. Предшественник – пар.

Учеты и наблюдения за кормовыми травами проводились в соответствии с общепринятыми методиками.

Полевая всхожесть растений фестулолиума и бобовых культур существенно варьировали в зависимости от условий года и способа посева. В среднем по двум закладкам опыта (таблица 1) совместные посевы фестулолиума демонстрировали хорошую всхожесть в сочетании с клевером луговым (всхожесть – 84%), люцерной изменчивой (всхожесть – 86%) и эспарцетом песчаным (всхожесть – 86%). Это подтверждает преимущество бинарных посевов для повышения устойчивости травостоя.

Таблица 1 – Полевая всхожесть семян фестулолиума и многолетник бобовых трав (среднее за 2019 и 2020 гг.), %

Вариант	Фестулолиум	Бобовые травы
Фестулолиум (одновидовой посев, контроль)	67	-
Люцерна (одновидовой посев)	-	16
Клевер (одновидовой посев)	-	24
Эспарцет (одновидовой посев)	-	15
Фестулолиум 1 ряд + люцерна 3 ряда (совместный посев)	86	30
Фестулолиум + люцерна (смешанный посев)	81	41
Фестулолиум 1 ряд + клевер 3 ряда (совместный посев)	84	47
Фестулолиум + клевер (смешанный посев)	84	65
Фестулолиум 1 ряд + эспарцет 3 ряда (совместный посев)	86	17
Фестулолиум + эспарцет (смешанный посев)	78	16

В среднем за три года пользования урожайность фестулолиума в одновидовом посеве составила 24,8 т/га (таблица 2), это находится на одном уровне с кострцом безостым сорта Рассвет в Западной Сибири. Минимальная урожайность зеленой массы 23,0 т/га отмечена у клевера на фоне без внесения удобрений. Максимальный выход зеленой массы травосмесей фестулолиума с люцерной – 38,1 т/га получен при совместном посеве этих культур без внесения

азотных удобрений с продуктивным долголетием 3 года пользования, или 4 года жизни. Урожайность травосмеси фестулолиума с клевером при совместном и смешанном посевах находилась на одном уровне с достоверной прибавкой на 12,0–16,0% при внесении N_{30} и на 22,0–23,0% при внесении N_{60} . В среднем за три года пользования наиболее эффективен был совместный посев фестулолиума с эспарцетом, с положительной динамикой от внесения удобрений и рекомендуемым долголетием 2 года пользования или три года жизни.

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы фестулолиума и бобовых трав в бинарных посевах (среднее за три года пользования), т/га.

Вариант	Доза азота, кг/га д.в.		
	N_0	N_{30}	N_{60}
Фестулолиум (одновидовой посев, контроль)	24,8	27,6	31,7
Люцерна (одновидовой посев)	39,0	41,3	40,6
Клевер(одновидовой посев)	23,0	25,8	29,0
Эспарцет (одновидовой посев)	34,7	36,5	44,2
Фестулолиум + люцерна (совместный посев)	38,1	37,4	37,9
Фестулолиум + люцерна (смешанный посев)	30,1	33,3	34,7
Фестулолиум + клевер (совместный посев)	25,9	30,1	32,0
Фестулолиум + клевер (смешанный посев)	26,1	29,4	31,9
Фестулолиум + эспарцет (совместный посев)	30,4	35,7	39,1
Фестулолиум + эспарцет (смешанный посев)	26,7	30,7	41,8
НСР ₀₅ по способам посева (фактор А)	1,70		
НСР ₀₅ по дозам азота (фактор В)	1,04		
Взаимодействие А×В	2,95		

Одним из важных критериев оценки качества кормов является их энергетическая насыщенность. В наших исследованиях (таблица 3) в 1 кг абсолютно сухого вещества фестулолиума содержалось 0,61 к.ед с обеспеченностью переваримым протеином 53,4 г/к. ед. Совместное возделывание фестулолиума с люцерной и эспарцетом обеспечивали повышение содержания переваримого протеина на кормовую единицу на 42,8-63,4% соответственно.

Таблица 3 – Кормовая ценность и энергетическая насыщенность зеленой массы одновидовых и бинарных посевов фестулолиума с многолетними бобовыми травами (% на абсолютно сухое вещество). Среднее за 2019 и 2020 г. на неудобренном фоне

Вариант	Кормовые единицы, кг а.с.в.	Обменная энергия, МДж/кг	Переваримый протеин, г/к. ед
Фестулолиум (одновидовой посев – контроль)	0,61	8,20	53,40
Люцерна (одновидовой посев)	0,64	7,95	113,89
Клевер(одновидовой посев)	0,67	8,94	91,91
Эспарцет (одновидовой посев)	0,67	8,01	100,23

Фестулолиум + люцерна (совместный посев)	0,64	7,83	87,27
Фестулолиум + люцерна (смешанный посев)	0,63	7,87	84,61
Фестулолиум + клевер (совместный посев)	0,61	8,02	83,76
Фестулолиум + клевер (смешанный посев)	0,62	8,02	67,86
Фестулолиум + эспарцет (совместный посев)	0,60	8,02	76,23
Фестулолиум + эспарцет (смешанный посев)	0,62	7,94	74,87

Выводы.

1. Результаты исследований подтверждают, что в лесостепной зоне Западной Сибири фестулолиум, как инновационная кормовая культура, демонстрирует значительный адаптационный потенциал, выраженный в высоких показателях полевой всхожести.

2. Комбинированные посевы фестулолиума с бобовыми культурами способствуют усилению ростовых процессов, повышению урожайности и увеличению содержания белка в растительной массе. Подобные агроценозы обладают практической ценностью для сельского хозяйства, обеспечивая рост устойчивости и продуктивности кормовой базы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кашеваров Н.И. К вопросу о развитии кормопроизводства в Сибири /Н.И. Кашеваров, В.С. Сапрыкин // Сиб. вестн. с.-х. науки.-2008.-№5.-С.49-57. – EDN IOUEPN
2. Кашеваров Н. И., Садохина Т.А. Перспективы использования фестулолиума в кормопроизводстве Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2018. - Т. 48, № 6. - С. 56-62. – DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-8. – EDN YTORPV.

УДК 633.2.03

ДИНАМИКА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ЛУГОВОГО ПАСТБИЩНОГО ФИТОЦЕНОЗА ПРИОБСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Г.К. Зверева, д-р биол. наук

Т.Г. Ломова, канд. с.-х наук

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН

Новосибирская область, Краснообск, Россия

E-mail: labspp@yandex.ru

На природных пастбищах, в связи с постоянным изъятием части отрастающих побегов, упрощается структура травостоя, и в качестве доминантов выступают дигрессионно устойчивые виды растений, при этом формируются переходные сообщества [1–2 и др.]. При интенсивном выпасе на лугах травостой становится неоднородным из-за образования участков с разной

степенью стравливания, плотность растений при этом возрастает [3–4]. Деградация ценозов сопровождается снижением запасов надземной массы из-за формирования низкорослого травостоя [5–6 и др.].

Под воздействием усиленной пастбищной нагрузки зональные злаково-разнотравные луговые степи и разнотравно-злаковые остепнённые луга Приобской лесостепи трансформируются в разнотравно-мелкодерновинно-злаково-мятликовые и разнотравно-мятликовые сообщества с доминированием *Poa angustifolia* L. [7–8]. Интенсивный выпас на лугах Приобья приводит к достаточно быстрому выпадению из травостоя крупных и ценных кормовых растений и формированию переходных сообществ [9]. Задача данной работы – проследить динамику надземной фитомассы лугового сообщества Приобской лесостепи при усиленной пастбищной нагрузке.

Методика исследования. Воздействие длительного усиленного выпаса крупного рогатого скота и лошадей рассмотрено на примере фитоценоза настоящего луга, находящегося на III стадии пастбищной дигрессии. Исследования проведены в 2018–2023 гг. в левобережной части Приобской лесостепи (Колыванский район Новосибирской области), координаты участка: N 54°19'56.48", E 83°20'59.01". Состояние растительности описывалось по общепринятым геоботаническим методикам [10]. Выделяли 4 стадии пастбищной дигрессии [2, 11]. Запасы надземной фитомассы определяли в июле укосным методом на учетных площадках 0,25 м² в 10-кратной повторности, при этом выделяли живую (зелёную) фитомассу (ЖНФМ) и надземную мортмассу (НММ), состоящую из ветоши и подстилки [12 и др.]. Названия видов растений приведены по «Конспекту флоры Азиатской России: Сосудистые растения» [13].

В годы наблюдений повышено влажным был вегетационный сезон 2018 г., сильные весенние засухи наблюдались в 2019, 2021 и 2022 гг., весенне-летняя засуха – в 2023 г., а летняя засуха – в 2020 г. [14].

Результаты исследований. Рассматриваемое сообщество настоящего луга находилось на III стадии пастбищной дигрессии и в 2018 г. характеризовалось как клеверо-мятликово-подорожниковое с неравномерным общим проективным покрытием и равновеликими доминантами – *Poa angustifolia*, *Trifolium repens* L. и *Plantago media* L. (табл.). В сообществе среди злаков также рассеяно присутствовали *Phleum pratense* L. и *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub., среди бобовых – *Medicago falcata* L., среди разнотравья – *Achillea millefolium* L., *Berteroa incana* (L.) DC и *Nonea pulla* (L.) DC. Масса бобовых составляла почти 50% от ЖНФМ, последняя в 3,6 раза превышала НММ (рис.).

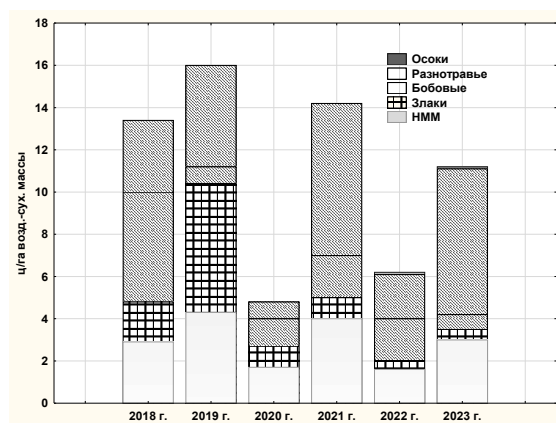
К июлю 2019 г. в ценозе по-прежнему доминировали *Poa angustifolia* и *Plantago media*, в качестве содоминанта выступает *Medicago falcata*, обилие *Trifolium repens* резко уменьшилось. В сообществе попадаются единичные особи *Dactylis glomerata* L., *Phleum pratense* и *Bromopsis inermis*, а среди разнотравья изредка встречаются *Achillea millefolium* и *Berteroa incana*. Травостой низкий, высота генеративных побегов *Poa angustifolia*, *Plantago media* и *Medicago falcata* составляла 10–25 см, а их вегетативных побегов – 3–8

см. Общее проективное покрытие по сравнению с прошлым годом сокращается, но остаётся неравномерным. Запасы живой надземной массы и подстилки сохраняются на уровне прошлого года, при этом доля бобового компонента снижается в 6,5 раза, а участие разнотравья возрастает в 1,4 раза.

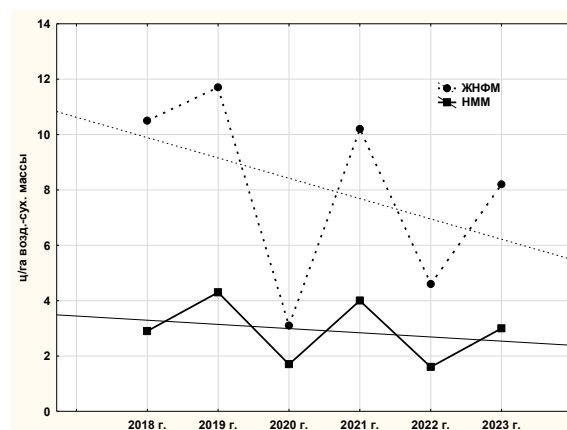
Таблица – Характеристика лугового пастбищного фитоценоза Приобской лесостепи в годы наблюдений

Год	Переходное сообщество настоящего луга	ОПП, %	СВТ, см
2018	Клеверо-мятlikово-подорожниковое	От 50–60 до 80–85	8–12
2019	Люцерно-мятlikово-подорожниковое	От 30–40 до 50–60	5–18
2020	Подорожниково-люцерно-мятlikовое	10 – 25	5–15
2021	Тысячелистнико-подорожниково-мятlikовое	60 – 70	2–8
2022	Мятlikово-люцерново-подорожниковое	40 – 45	2–10
2023	Люцерно-мятlikово-подорожниковое	От 30–40 до 50–70%	3–15

Примечание. ОПП– общее проективное покрытие; СВТ – средняя высота травостоя.



А



Б

Рис. Динамика массы хозяйственно-ботанических групп (А) и соотношение живой надземной фитомассы (ЖНФМ) и мортмассы (НММ) (Б) в сообществе настоящего луга при усиленной пастбищной нагрузке

В 2020 г. сильная пастбищная нагрузка и засушливые погодные условия способствовали сильному разреживанию травостоя и привели к снижению ЖНФМ в 3,8 раза по сравнению с 2019 г. Доминирует в ценозе *Poa angustifolia*, а содоминанты – *Plantago media* и *Medicago falcata*. Подсохшие побеги *Poa angustifolia* увеличивают долю НММ и вместе с небольшими цветущими побегами *Medicago falcata* (5–11 см) создают желтовато-серый аспект. В травостое встречаются также единичные побеги *Bromopsis inermis*, *Berteroa incana* и *Achillea millefolium*.

В 2021 г. в травостое отмечается появление *Carex duriuscula* С.А. Мей, рассеяно удерживается *Medicago falcata* с высотой побегов 1–6 см, встречается *Trifolium repens*, доля разнотравья возрастает за счет разрастания вегетативных побегов *Achillea millefolium*. Сообщество находится на III–IV стадиях

пастбищной дигрессии.

К июлю 2022 г. 70–80% от общего проективного покрытия занимает *Plantago media* с очень мелкими листьями прикорневой розетки, в травостое сохраняются стелющиеся побеги *Medicago falcata* и повторно отрастающие побеги злаков. В 2023 г. неравномерное распределение травостоя усиливается и наблюдается возрастание доли разнотравья, в основном за счет *Plantago media*.

В целом, при сохранении пастбищной нагрузки в 2019–2023 гг. происходило уменьшение массы бобового компонента в 2,6–7,4 раза, в первую очередь, за счет резкого сокращения присутствия видов *Trifolium*, при этом в отдельные годы наблюдалось разрастание *Medicago falcata*. Доля злаков, генеративные побеги которых практически отсутствовали, также постепенно сокращалась и в 2023 г. составила 6,1% от ЖНФМ. В травостое отмечается появление и усиление *Carex duriuscula* и в большом обилии сохраняется *Plantago media*. В этих условиях ЖНФМ колебалась от 3,1 до 11,7 ц/га, масса ветоши – от 0,1 до 1,3 ц/га, подстилки – от 1,5 до 3,9 ц/га возд.-сух. массы, при этом между накоплением ЖНФМ и НММ за годы наблюдений отмечается тесная положительная взаимосвязь с достоверным коэффициентом корреляции $r=0,92^*$.

Таким образом, при длительном воздействии интенсивного выпаса в сообществе настоящего луга Приобской лесостепи формируется низкий травостой, основу которого создают наиболее дигрессионно устойчивые виды растений: *Poa angustifolia*, *Plantago media*, *Carex duriuscula*, при этом отмечается стабильное присутствие *Medicago falcata*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горшкова А.А. Пастбищная дигрессия естественных фитоценозов в условиях Балаганской лесостепи // Известия Восточного филиала АН СССР. – 1957. – № 2. – С. 109–114.
2. Горшкова А.А. Основные черты пастбищной дигрессии в степных сообществах Сибири // Сибирский вестник с.-х. науки. – 1983. – № 4. – С. 51–54.
3. Pavlů V., Hejzman M., Pavlů L., Gaisler J., Hejzmanová-Nežerková P., Meneses L. Changes in plant densities in a mesic species-rich grassland after imposing different grazing management treatments // Grass and Forage Science. – 2006. – Vol. 61, Issue 1. P. 42–51. DOI:10.1111/j.1365-2494.2006.00506.x
4. Pavlů V.V., Hejzman M., Mikulka J. Cover estimation versus density counting in species-rich pasture under different grazing intensities // Environmental monitoring and assessment. – 2009. – Vol. 156, № (1–4). – P. 419–424. Doi:10.1007/s10661-008-0494-0
5. Семенюк Н.В. Биологическая продуктивность пастбищных экосистем Центрально-Черноземного заповедника // Динамика биоты в экосистемах Центральной лесостепи. – М.: АН СССР, 1986. – С.134–165.
6. Горчаковский П.Л. Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов. – Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 1999. – 156 с.
7. Паршутин Л.Н. Основные тенденции антропогенных изменений естественных кормовых угодий правобережной Приобской лесостепи // Сенокосы и пастбища Сибири: сб. науч. тр. – Новосибирск: ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. 1989. – С. 78–85.
8. Мальцева Т.В., Паршутин Л.Н. Лесостепь // Антропогенная трансформация

растительного покрова Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1992. – С. 55–76.

9. Зверева Г.К., Ломова Т.Г. Оценка состояния растительности на лугах Приобской лесостепи в связи с хозяйственным использованием // Вестник Алтайского аграрного государственного университета (АГАУ). – 2019. – Т. 11(181). – С. 75–83.

10. Полевая геоботаника. Методическое руководство / А.А. Корчагин, Е.М. Лавренко. Т. 3. – М.: Изд-во АН СССР, 1964. – 530 с.

11. Ершова Э.А. Антропогенная динамика растительности юга Средней Сибири: препринт. – Новосибирск, 1995. – 53 с.

12. Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. – М.: Наука, 1993. – 293 с.

13. Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 640 с.

14. Расписание погоды [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rp5.ru>.

УДК 631.874:551.50

АГРОХИМИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ НАПРАВЛЕННЫЕ НА УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА КОРМОВОЙ КУЛЬТУРЫ *GALEGA ORIENTALIS LAM*

О.В. Илюшкина, канд. с.-х. наук

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма

e-mail: olga-cheboha@mail.ru

Аннотация. В статье представлены данные полученные по результатам проводимой научно-исследовательской работы, направленные на улучшения качества получаемой продукции и ее величины. Вносимые дозы удобрений способствовали положительному улучшению не только плодородия почвы на которой возделывали многолетнюю бобовую культуру, а также влияли на выход кормовых единиц, количественному увеличению протеина и содержанию основных элементов в зеленой массе растений.

Ключевые слова: плодородие, протеин, почва, растение, удобрения.

Введение

Кормовые угодья представляют собой специально отведенные сельскохозяйственные земли предназначенные, растительный покров которых используют для преимущественной заготовки кормов разной категории [0]. Как правило сельскохозяйственные товаропроизводители отводят под кормовые угодья наименее плодородные земли с плохими не только агрохимическими, но и физико-химическими показателями [0]. В результате не благоприятных условий, засуха или переувлажнение, недостаточная обеспеченность элементами питания происходит резкое снижение продуктивности кормовых культур. В тоже самое время для улучшения агрохимических показателей плодородия почв как правило пахотные поля, ранее занятые зерновыми культурами специально выводят из строя и засевают многолетними травами, которые способствуют обогащению почв.

Поэтому целью данной научно-исследовательской работы, проводимой с 2013-2017 гг. является изучение увеличения не только продуктивности, но и качества получаемой зеленой массы козлятника восточного под действием минеральных и биологических удобрений на серых лесных почвах Западносибирского Нечерноземья.

Основные задачи исследований:

1. Проанализировать на основе математического моделирования эффективность влияния минеральных и биологических удобрений на величину получаемой продукции;
2. Выявить качественные изменения получаемой зеленой массы многолетней бобовой культуры козлятник восточный.
3. Определить оптимальные уровни содержания в серой лесной почвы основных элементов питания.

Методика исследований

Полевые опыты проводились на серой лесной почве в условиях сибирского Нечерноземья. Данные почвы занимают на севере Омской области около 274,680 тыс.га, что в структуре почвенного покрова сельскохозяйственных угодий составляет наибольшую площадь (около 40,0%). Данные почвы как правило характеризуются низким содержанием органического вещества (3,5-4,5%), низкой обеспеченностью подвижными соединениями фосфора и калия, а также нитратного азота.

С целью улучшения агрохимических показателей почвы для проведения исследований вносили расчетные дозы минеральных удобрений, в результате расчета было установлено, что под урожай козлятника восточного достаточно внести фосфорные удобрения из расчета 120 кг д.в. двойного суперфосфата, для улучшения азотного режима питания изучались следующие микробиологические удобрения: ризоагрин и ризоторфин, а также их совместное внесение с суперфосфатом. Схема опытов представлена далее на рисунке 1.

Контроль (без удобрений)	Суперфосфат 120 кг.д.в./га	Ризоагри (Ра)	Ризоторфин (Рт)	$P(T) + P_{120}$	$P(a) + P_{120}$	$P(a)+P(T)+P_{120}$
--------------------------	----------------------------	---------------	-----------------	------------------	------------------	---------------------

Рисунок 1. Схема полевых опытов по изучению действия удобрений на продуктивность козлятника восточного

Все агрохимические анализы проводились в ФГБУ САС «Тарская» согласно требуемых ГОСТов и методик [0]. Так как зона нечерноземная то анализ на содержание фосфора и калия проводился согласно метода Кирсанова [0], нитратный азот определяли ионометрическим методом [0]

Результаты исследований

Величина прибавки урожая зеленой массы козлятника восточного наибольшая отмечена в седьмом варианте где производилось совместное применение ризоторфина, ризоагрина и суперфосфата, при величине урожая в сумме за 2013-2017 гг. – 173,9 т/га зеленой массы, прибавка составила 59,9 т/га, что на 52,5% выше по сравнению с контрольным вариантом.

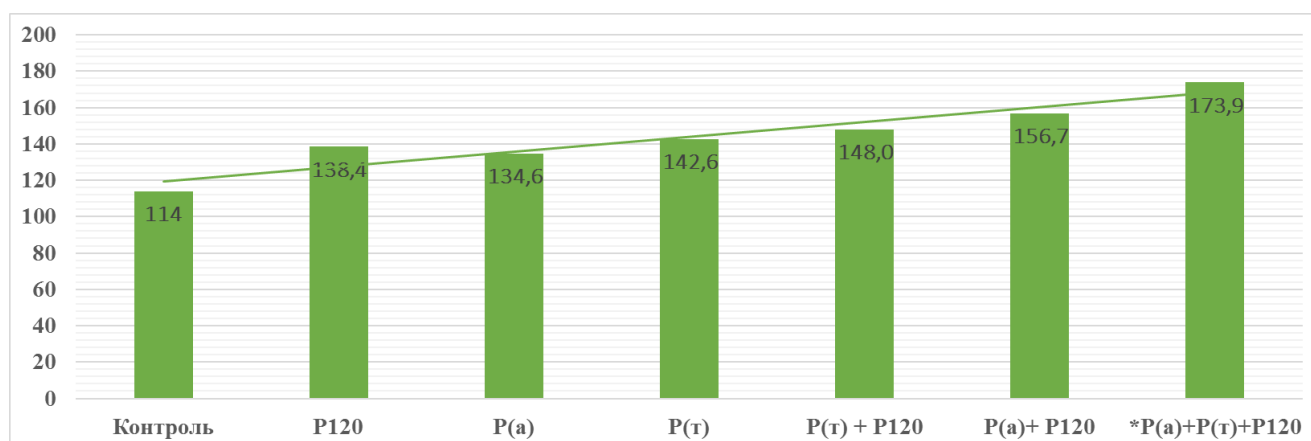


Рисунок 2. Влияние удобрений на продуктивность козлятника восточного, т/га

Из представленных микробиологических удобрений наибольшую урожайность обеспечивал вариант с ризоторфином (142,0 т/га), т.е. выше на 8,0 т/га. Внесение одного суперфосфата в дозе 120 кг д.в./га обеспечило прибавку в 24,4 т/га по сравнению с контрольным вариантом.

Вносимые дозы минеральных удобрений оказывали влияние не только на величину получаемой продукции, но и на ее качество. Достоверная прибавка по выходу обменной энергии отмечена в вариантах под номерами 2, 3, 4 и 7 общий выход составил 11,3, 11,2 11,1 и 11,1 мДж соответственно, при $НСР_{05} = 0,05$ мДж. С одним килограммом полученного корма наибольший выход кормовых единиц отмечен в варианте $P(a)+P(t)+P_{120} - 1,07$, при $НСР_{05} = 0,04$, наименьший выход отмечен в контрольном варианте без внесения удобрений.

Содержание переваримого протеина по вариантам изменялась от 65,0 до 83,0 г/кг, при $НСР_{05} = 0,15$ г/кг. Наиболее высокая прибавка по выходу переваримого протеина – 83,0 г/кг отмечена в седьмом варианте при совместном применении $P(a)+P(t)+P_{120}$. Так же на высокий выход переваримого протеина повлияли при совместном внесении ризоторфин и суперфосфат ($P(t) + P_{120}$) – 82 г/кг.

На основании проведенных исследований на серой лесной почве Западносибирского Нечерноземья рекомендуется под многолетнюю кормовую культуру козлятник восточный вносить как минеральные, так и микробиологические удобрения ризоторфин и ризоагрин. Рекомендовать внесение данных агрохимикатов можно как по отдельности, так и при совместном применении. В результате наблюдается увеличение прибавки урожая зеленой массы козлятника восточного, выход кормовых единиц, обменной энергии, а также переваримого протеина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермохин Ю.И. Программирование урожая. Монография. Омск: Изд-во ОмГАУ. – Омск, 2000. – 84 с.
2. Казанцев В.П. Продуктивность многолетних бобовых трав при сенокосном использовании в нечернозёмной полосе Западной Сибири // Вестник ОмГАУ. – 2012. – № 1. – С.158-161.
3. ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. М.: Изд-во стандартов, 1986. – 10 с.

4. ГОСТ 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: Изд-во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2011. – 11 с.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-ое изд. доп. и перераб. / Уч. пособие. М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 631.1

ПРИЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БИОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПАСТБИЩ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИО-ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Б.Р. Ирмулатов, д-р. с.-х. наук

Р.Е. Нургазиев, канд. с.-х. наук

Е.Т. Оксукбаев, магистрант

НАО «Кокшетауский Университет имени Ш. Уалиханова»,

г. Кокшетау, Казахстан

e-mail: nurrashit@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены результаты проведенных исследований о влиянии био-органических удобрений на урожайность сена, на экономическую и биоэнергетическую эффективность приемов восстановления биоресурсного потенциала деградированных пастбищ Северного Казахстана.

Проведенные исследования с использованием био-органических удобрений показали, что урожайность сена в варианте контроль, «естественное деградированное пастбище», составила 3,7 ц/га. Во всех испытываемых вариантах опыта, урожайность сена была выше контроля, в варианте подкормка биоудобрением Эффюлент 320 л/га на 2,6 ц/га, Микрополидок Плюс 200 л/га на 3,0 ц/га и BioMIX 10 л/га на 2,2 ц/га. Наибольший выход обменной энергии с гектара был на варианте Микрополидок Плюс 200 л/га - 5,7 МДж/кг, что больше контрольного варианта на 83,9%. На контрольном варианте кормовых единиц было получено 0,74 ц/га, а по всем сравниваемым вариантам отмечается увеличение, где на варианте Микрополидок Плюс 200 л/га было получено 1,34 ц/га, что на 1,8 раза выше контроля. На варианте Эффюлент 320 л/га величина полученной кормовой единицы увеличилась на 71,6%, а на BioMIX 10 л/га увеличения составили 59,5%.

Ключевые слова: биоорганические удобрения, эффлюент, микрополидок плюс, BioMix, обменная энергия, урожайность.

Казахстан занимает шестое место в мире по размеру своих травопольных ресурсов. Пастбищные земли составляет 189,0 млн. га, а это залог успешного развития всего АПК и животноводства в частности. Всего по официальным данным сбитых в средней и сильной степени пастбища занимают площадь в

27,1 млн. га [1-2]. Одним из сельскохозяйственных практик, направленных на снижение деградации почв и повышения их плодородия, являются применение биоорганических удобрений. Внесение их в почву способствует ускорению процессов гумификации, улучшению водно-физических свойств и теплового режима почвы, стимулирует рост и развитие растений [41].

Несмотря на то, что применение биоорганических удобрений до некоторой степени изучено, и их положительное воздействие может быть подтверждено, опыт их практического применения все еще невелик. Чтобы определить воздействие отдельного продукта, рекомендуется вначале протестировать его на небольшом участке и сравнить результаты с результатами, полученными на необработанном участке [3-4].

Развитие фермерских хозяйств в последнее десятилетие сопровождается применением биогазовых установок, производящих биометан для бытовых нужд, отопления помещений, заправки автомобилей и тракторов. Получаемый при этом сброженный жидкий остаток (эффлюент) обладает высокой экологичностью вследствие того, что во время анаэробного сбраживания органического сырья уничтожается патогенная микрофлора, подавляется активность находящихся в навозе семян сорных растений, питательные вещества навоза переходят в более доступную форму, нейтрализуется неприятный запах [5]. Использование эффлюента в сельском хозяйстве - это эффективный способ утилизации органических отходов, позволяющий сократить применение минеральных удобрений.

Применение биоорганических удобрений в почву способствует увеличению содержания питательных веществ в почве, а также уменьшению патогенных микроорганизмов, и в тоже время приводит к увеличению роста азота и фосфатфиксирующих бактерий в почве, в результате содержание питательных веществ становится достаточным для роста и развития растений. С увеличением биомассы в почве меняется ее структура, влагоудерживающая способность увеличивается. Все эти факторы положительно влияют на урожайность культуры, повышение иммунитета растений [6-10].

Цель работы: Разработка приемов восстановления и повышение продуктивности биоресурсного потенциала деградированных пастбищ с использованием био-органических удобрений на принципах органического земледелия в степной зоне Северного Казахстана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на залежных землях и деградированных сенокосах и пастбищах КХ «Жайсан» Зерендинского района Акмолинской области.



Рисунок 1 - Месторасположение опытного поля N52° 93.316' . E 69° 29.940'

Объект исследования – низкопродуктивные пастбища на лугово-солонцовых комплексах, залежи в условиях степной зоны Северного Казахстана.

Таблица 1 - Схема полевого опыта. Влияние приемов восстановления биоресурсного потенциала деградированных пастбищ с использованием био-органических препаратов на их продуктивность в условиях степной зоны Северного Казахстана

№	Варианты
1	Естественная деградированная пастбища (контроль)
2	Эффюлент 320 л/га (дробное внесение 50% весной после отрастания, 50% после стравливания)
3	Микрополидок Плюс 200 л/га рабочий раствор (дробное внесение 50% весной после отрастания, 50% после стравливания)
4	БиоМІХ 10 л/га рабочий раствор (дробное внесение 50% весной после отрастания, 50% после стравливания)

Площадь: опытной делянки 7200 м², варианта 1800 м², повторностей 600 м². Размещение делянок – систематическое.

Состав и преимущества био-органических препаратов:

1) биоудобрения Эффюлент: массовая доля азота N-1,4%, общего фосфора P₂O₅-1,1%, калия K₂O-1,5%, органических веществ 77%, pH-7,4. Восстанавливает обедненную почву, улучшает структуру почвы, повышает устойчивость растений к засухе.

2) жидкого удобрения в хелатной форме Микрополидок Плюс: азота 200 г/л, фосфора 120 г/л, калия 100 г/л, серы 1,5 г/л, железа 1,1 г/л, магния 1,1 г/л. Стимулируют в растениях все комплексы ростовых процессов.

3) микробиоудобрения БиоМІХ: массовая доля азота N-1,4%, общего фосфора P₂O₅-0,8%, калия K₂O-1,1%, органических веществ 53%, pH-7,2. Жидкий биогумус, органо-минеральный иммуностимулятор роста.

Наблюдения в опытах проводили общепринятыми методами, с учетом типа почвы. Дисперсионные анализы опытных данных проведены по Б.А. Доспехову.

Результаты исследований и их обсуждение

Природные кормовые угодья являются важным средообразующим компонентом агроландшафтов и источником зеленых пастбищных кормов и сена. Однако использование их на протяжении многих лет велось нерационально и неэффективно. Негативные процессы на сельскохозяйственных угодьях интенсифицируются вследствие нерационального использования земель, избыточных антропогенных нагрузок, техногенных нарушений. Они дестабилизируют природные экосистемы, снижают их устойчивость к воздействию экстремальных природных факторов и тем самым активизируют их развитие.

В этой связи проводились исследования по восстановлению растительности травяных экосистем деградированных пастбищ КХ «Жайсан» Зерендинского района Акмолинской области. Основной задачей ботанико-кормового обследования является изучение растительности естественных пастбищ и выявление перспектив и способов их наиболее рационального использования для развития животноводства. Ботанико-кормовое обследование имеет свою цель – провести количественный и качественный учет пастбищных угодий и дать научно-обоснованный материал для правильной организации и устройства пастбищной территории. Проведенные обследования геоботанического состава в деградированных пастбищах, а также фитотопологическая и фитоценологическая оценка, показала, что почвенный покров пастбищ представлен низкоплодородными почвами на лугово-солонцовых комплексах, от 82,0 до 88,0% покрыт растительностью. По типу облиственности ботанический состав на 65% состоит из растений с верховым типом облиственности и на 35% низовым типом. Обследованные участки деградированных пастбищ относятся к злаково-разнотравному типу с сенокосно-пастбищным использованием, обеспечивающих в течение вегетации при умеренных условиях увлажнения от 0,8 до 1,1 т/га сеной массы с единицы площади.

Отмечены следующие растительные сообщества: доминировали мятликово-полынно-ковыльные сообщества. Доминирующими видами данного сообщества являются овсяница валлиска, или типчак (*Festuca valesiáca*) - многолетнее травянистое пастбищно-кормовое растение, одно из распространённых степных растений, вид рода Овсяница (*Festuca*) семейства Злаки (Poaceae). Типичное и одно из лучших растений для пастбищ. Отлично выносит вытаптывание и сильное стравливание скотом. Легко отрастает развивая хорошую отаву. Относится к среднеотавным растениям. Её отавность выше чем у ковыля Лессинга (*Stipa lessingiana*), ковыля Иоанна (*Stipa pennata*), житняка гребневидного (*Agropyron cristatum*), но меньше, чем у ковыля-волосатика (*Stipa capillata*), мятлики узколистного, костра прямого, полыни австрийской (*Artemisia austriaca*), полыни полевой (*Artemisia campestris*). Растёт плотно-кочковатыми дерновиной со сосредоточенной возле корней листвой, что мало пригодно для сенокосения. Проективное покрытие (ПП) типчаком составило - 50%, обилие по шкале Друде – Cop.1 (Copiosae1); житняк гребневидный (*Agropyron cristatum*) (ПП - 25%), вид однодольных растений из

семейства злаков (Poaceae), многолетнее травянистое растение; разнотравье, в основном эфемероиды - экологическая группа многолетних травянистых растений с очень коротким вегетационным периодом (ПП - 8%).

Высота растений нижнего яруса составили от 50 до 10 см (Таблица 2), где встречается и полынь Лерхе (*Artemisia lercheana*) (ПП - 3%). Верхний ярус составляют растения высотой от 50 до 70 см, к которым можно отнести ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana*), проективное покрытие 15-17%. В кормовом отношении ковыль Лессинга - наилучший вид из ковылей. Считается в основном пастбищным растением, но используется также и для сенокошения. Ранней весной поедается хорошо. В это время она содержит значительное количество протеина и небольшое количество клетчатки.

Таблица 2 - Растительные сообщества деградированных пастбищ в зависимости от подкормки био-органическими препаратами.

№	Варианты опыта	Проектное покрытие, %	Видовой состав	Высота, см	
				Верхний ярус	Нижний ярус
1	Естественное деградированное пастбище	75 (мятликовые); 15-17 (ковыль); 5-8 (разнотравье); 2-3 (полынь)	Мятликово-полынно-ковыльные сообщества	50-70	50-10
2	Эффюлент (дробное внесение 50% весной после отрастания, 50% после стравливания)	75 (мятликовые); 15-17 (ковыль); 5-8 (разнотравье); 2-3 (полынь)	Мятликово-полынно-ковыльные сообщества	50-80	50-10
3	Микрополидок Плюс (дробное внесение 50% весной после отрастания, 50% после стравливания)	75 (мятликовые); 15-17 (ковыль); 5-8 (разнотравье); 2-3 (полынь)	Мятликово-полынно-ковыльные сообщества	50-80	50-10
4	БиоМІХ (дробное внесение 50% весной после отрастания, 50% после стравливания)	75 (мятликовые); 15-17 (ковыль); 5-8 (разнотравье); 2-3 (полынь)	Мятликово-полынно-ковыльные сообщества	50-80	50-10

Достаточно богата питательными веществами и её отава. В вариантах опыта смена фитоценозов из-за применения био-органических препаратов не наблюдалось, однако следует отметить, что плотность покрытия поверхности почвы по вариантам опыта увеличилось, в основном за счет увеличения густоты и облиственности растений.

Продуктивность естественных кормовых угодий хозяйства можно значительно повысить приемом рационального использования пастбищ и проведения ряда мероприятий по их улучшению с использованием био-органических препаратов. Эти меры дадут большую возможность для дальнейшего увеличения продуктивности пастбищ. Проведенные исследования

показали, что урожайность сена в варианте контроль, «естественное деградированное пастбище», составила 3,7 ц/га (Таблица 3). Во всех испытываемых вариантах опыта, урожайность сена была выше контроля, в варианте подкормка биоудобрением Эффюлент 320 л/га на 2,6 ц/га, Микрополидок Плюс 200 л/га на 3,0 ц/га и BioMIX 10 л/га на 2,2 ц/га. Травы поедаются в фазе кущения и выхода в трубку, наибольший выход обменной энергии с гектара был на варианте Микрополидок Плюс 200 л/га - 5,7 МДж/кг, что больше контрольного варианта на 83,9%.

Таблица 3 – Урожайность, питательность и энерго-протеиновая ценность деградированных пастбищ в зависимости от подкормки био-органическими препаратами в условиях степной зоны Северного Казахстана за 2023 год

№	Варианты опыта	Урожайность сухой массы, ц/га	Сбор кормовых единиц, ц/га	Сбор переваримого протеина, ц/га	Выход обменной энергии, ГДж/га
1	Естественное деградированное пастбище	3,7	0,74	1,11	3,1
2	Эффюлент (дробное внесение 50% весной после отрастания, 50% после стравливания)	6,3	1,27	1,9	5,4
3	Микрополидок Плюс (дробное внесение 50% весной после отрастания, 50% после стравливания)	6,7	1,34	2,0	5,7
4	BioMIX (дробное внесение 50% весной после отрастания, 50% после стравливания)	5,9	1,18	1,77	5,0
НСР _{0,95} , ц/га		1,2	-	-	-

В зависимости от влияния биопрепаратов в полевых опытах с их применением сложились величины полученной кормовой единицы с гектара площади. Так, контрольном варианте кормовых единиц было получено 0,74 ц/га, а по всем сравниваемым вариантам отмечается увеличение, где на варианте Микрополидок Плюс 200 л/га было получено 1,34 ц/га, что на 1,8 раза выше контроля. На варианте Эффюлент 320 л/га величина полученной кормовой единицы увеличилась на 71,6%, а на BioMIX 10 л/га данные показатели увеличения составили 59,5%.

Таким образом одним из путей восстановления биоресурсного потенциала деградированных пастбищ в условиях степной зоны Северного Казахстана возможно использование био-органических препаратов на принципах органического земледелия.

ВЫВОДЫ

1. Доминирующими видами растительности деградированных пастбищ КХ «Жайсан» Зерендинского района Акмолинской области являются мятликово-полынно-ковыльные.

2. Высота растений нижнего яруса составили от 50 до 10 см, верхний ярус составляют растения высотой от 50 до 70 см.

3. Урожайность сена в варианте контроль, «естественное деградированное пастбище», составила 3,7 ц/га. Во всех испытываемых вариантах опыта, урожайность сена была выше контроля, в варианте подкормка биоудобрением Эффюлент 320 л/га на 1,7 раза, Микрополидок Плюс 200 л/га на 1,8 раза и BioMIX 10 л/га на 1,6 раза.

Данное исследование было профинансировано Министерством науки и образования Республики Казахстан в рамках НТП BR21881871 «Разработка технологий и приемов заготовки кормов в кормовых угодьях Казахстана в контексте устойчивого управления».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция рационального использования пастбищ в Республике Казахстан на 2021-2030 годы [Электронный ресурс]. - <https://agriexpert.ru/articles/137/koncepciya-racionalnogo-ispolzovaniya>.

2. Асанов К.А., Шах Б.П., Алимаев И.И., Прянишников С.Н. Пастбищное хозяйство Казахстана (С основами экологии) // Алма-Ата : Гылым, 1992. – 418 с.

3. Дегтярева И.А., Ильясов М.М., Храмов И.Т. Микробиологический мониторинг почв агроценозов // Агрохимический вестник. - 2003. - С. 30-32.

4. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: МГУ, 1991. - 304 с.

5. Тарасов С.И. Применение эффлюента биогазовой установки в качестве удобрения для органического земледелия [Электронный ресурс]. - <http://lib.ugsha.ru:8080/handle/123456789/17620>.

6. Биопрепараты в сельском хозяйстве // Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве. М.: Издательство. - 2005.

7. Андреев А.В. Сенокосы и пастбища // М., 1981. - 183 с.

8. Постоялков К.Д. Сенокосы и пастбища Казахстана // Алматы, 1971. - 312 с.

9. Вильямс В.Р. Луговое хозяйство и кормовые ресурсы // М.: Сельхозиздат, 1933. - 415 с.

10. Пайпер Ч. Многолетние кормовые травы и их культура // М. - Л.: Сельхозгиз, 1930. – 452 с.

МОРФОЛОГИЯ ФИТОЛИТОВ В КУЛЬТУРЕ АМАРАНТА, ВЫРАЩЕННОЙ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПРИОБЬЯ

С.А. Казанцев ¹, аспирант

И.Э. Памирский ², канд. биол. наук,

В.А. Мезенцев ³, аспирант

*Сибирский федеральный научный центра агrobiотехнологий Российской
академии наук, Краснообск, Новосибирская область, Россия*
e-mail: ¹ stivkaz@yandex.ru, ² pamirskiyie@sfscs.ru, ³ mr.ya-1998@mail.ru.

Введение. Амарант – высокоурожайное дешёвое и высокобелковое кормовое растение, на одну кормовую единицу в зелёной массе которого приходится 180-200 г. перевариваемого протеина, валовый сбор которого составляет 1.5-2.0 т/га. Зелёная масса хорошо поедается всеми видами животных. Комбинирование зелёной массы амаранта с зелёной массой злаковых культур, а также бобовых выдаёт хороший комбинированный силос, сбалансированный по протеину и незаменимым аминокислотам [1, 2].

При возделывании для амаранта имеют значение свет и высокие температуры (около 30°C), позволяющие иметь сбалансированные белки [3]. Однако на территории Западного Приобья необходимо выращивать культуры амаранта, устойчивые к стрессам, обусловленным местными резко изменчивыми природно-климатическими условиями.

В настоящее время на основе результатов обширных исследований доказана роль кремния как физиологического агента развития и ключевого элемента защитных реакций растений, возникающих в ответ на стрессы, возникающие со стороны окружающей среды. В растениях кремний преимущественно представлен фитолитами – твёрдыми микроскопическими минеральными отложениями диоксида кремния [4, 5].

На сегодняшний день фитолиты амаранта мало изучены. Поскольку амарант является важной кормовой культурой, изучение образующихся в нём фитолитов как возможных факторов его устойчивости и сохранности в различных условиях окружающей среды становится актуальной темой данной статьи.

Материалы и методы.

В статье исследуется сорт Амаранта Янтарь, относящийся к виду *Amaranthus hypochondriacus* L (Амарант печальный). Растение выращивали в условиях центральной лесостепной зоны Западной Сибири, в Новосибирской области, на полях центральной экспериментальной базы СФНЦА РАН.

Зона исследований характеризуется выраженной континентальностью климата. Безморозный период длится 90-115 дней. Среднегодовая сумма осадков составляет 350-450 мм. В течение вегетационного периода выпадает 179-210 мм осадков, с максимумом в июле (40-75мм.). Гидротермический коэффициент равен 0,88-1,33 [6].

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный, среднемощный

среднесуглинистый, с содержанием гумуса (по Тюрину) в пахотном горизонте 5,4-5,7 %, азота аммиачного – 12,2-14,0 мг/кг, азота нитратного 4,4 – 12,5 мг/кг, фосфора подвижного (по Чирикову) – 55 – 176 мг/кг, калия обменного – 123,5 – 177,8 мг/кг почвы, pH солевой – 7,5-8,1.

Отбор и подготовку образцов фитолитов проводили по модифицированной методике Д. Пиперно.

1. Образцы отмыли обычной водой, затем дистиллированной. Высушивали при комнатной температуре.

2. Образцы измельчили ножницами и поместили в тигли №4 на 35 мл (как стаканчики). Тигли взвешивали на электронных весах. Сначала взвесили тигли пустые, затем – тигли с образцами. Тигли пронумеровали несгорающим карандашом, чтобы не спутать образцы. Тигли с образцами поместили в муфельную печь и выдерживали в течение 2,5 ч при температуре 450°C (время разогрева и остывания печи не учитывали). Тиглям дали остыть до комнатной температуры без принудительного охлаждения. Тигли с золой взвесили (для расчётов по зольности). Золу перенесли в пластиковые конусные пробирки с винтовой крышкой (типа «фалькон») объёмом 10-15 мл (так можно хранить неограниченное время в сухом проветриваемом помещении при комнатной температуре). Неутрамбованную золу взяли объёмом 2-5 мл.

3. В пробирки с золой добавили 5 мл 10%-го раствором хлороводородной кислоты (HCl), закрутили крышки, перемешали ритмичным встряхиванием рукой (не переворачивая пробирку вверх дном) и оставили в штативе при комнатной температуре на 30 минут (перемешали ещё 2 раза через 10 и 20 минут). Далее центрифугировали 5 мин при 1500-2000 об/мин. Аккуратно дозатором забирали надосадочную жидкость (оставили 1 мл). Кнопкой дозатора работали плавно, чтобы НЕ погружать на дно пробирки и НЕ захватить оттуда осадок или жидкость со дна пробирки.

4. Затем в пробирки с 1 мл образца в каждой добавили 5 мл концентрированной азотной кислоты (HNO₃, ХЧ), перемешали и оставили в штативе при комнатной температуре на 30 минут (перемешали ещё 2 раза через 10 и 20 минут). Далее центрифугировали 5 мин при 1500-2000 об/мин. Аккуратно дозатором забирали надосадочную жидкость (оставили 1 мл). Кнопкой дозатора работали плавно, чтобы НЕ погружать на дно пробирки и НЕ захватить оттуда осадок или жидкость со дна пробирки.

5. Затем в пробирку с 1 мл образца добавили 10 мл дистиллированной воды, перемешали и оставили в штативе при комнатной температуре на 30 минут (перемешали ещё 2 раза через 10 и 20 минут). Далее центрифугировали 5 мин при 1500-2000 об/мин. Аккуратно дозатором забирали надосадочную жидкость (оставили 1 мл). 3 раза промыли дистиллированной водой. Кнопкой дозатора работали плавно, чтобы НЕ погружать на дно пробирки и НЕ захватить оттуда осадок или жидкость со дна пробирки.

Готовые препараты изучали на световом микроскопе Axio Imager.M1 (Zeiss, Oberkochen, Германия) с программным обеспечением Axio Vision Release 4.6.3 (04-2007) при 10-кратном увеличении. Образцы препаратов помещали на стеклянные предметные стёкла и прикрывали покровными

стёклами.

Результаты и обсуждение.

В этой статье представлены изображения фитолитов, извлечённых из образцов стебля (Рис. 1) и листьев (Рис. 2-3) амаранта сорта Янтарь, полученные со светового микроскопа Axio Imager.M1 при 10-кратном увеличении.

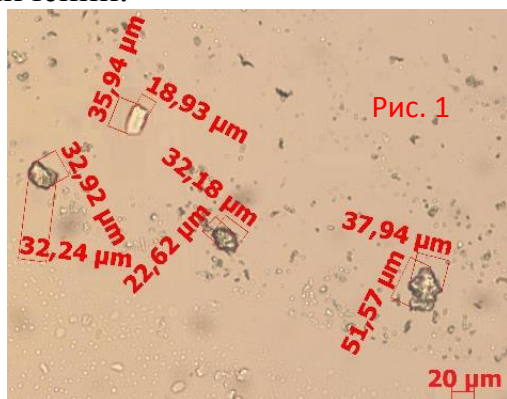


Рис. 1.

Препараты фитолитов из стебля амаранта сорта Янтарь.

Фото со светового микроскопа Axio Imager.M1, увеличение 10-кратное.

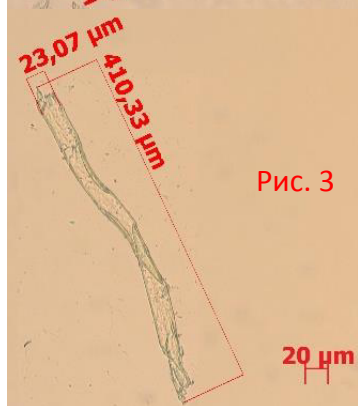
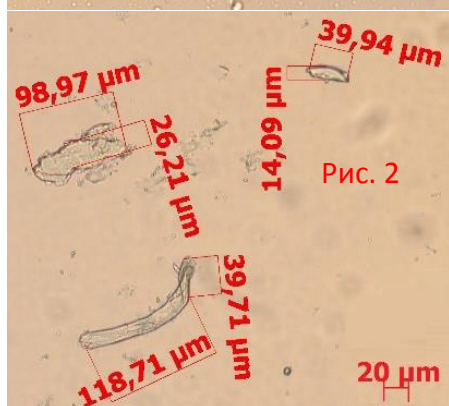


Рис. 2-3.

Препараты фитолитов из листьев амаранта сорта Янтарь. Фото со светового микроскопа Axio Imager.M1, увеличение 10-кратное.

Микроскопическое исследование препаратов стебля и листьев амаранта показало наличие в них фитолитов. И в стебле, и в листьях фитолиты имеют правильные и неправильные формы клеток, в которых они образовались и накапливались, но только в листьях у некоторых фитолитов видна продолговатая, часто выпуклая и изогнутая форма, которую можно объяснить образованием таких фитолитов в продолговатых покровных клетках листьев. У фитолитов стебля такой формы замечено не было. При определении тканей, в клетках которых могли образоваться фитолиты, следует помнить, что амарант является однолетним травянистым растением, что говорит о формировании фитолитов в его кутикуле (защитный наружный слой клеток эпидермы) [7, 8],

которая есть у стеблей и листьев травянистых растений [9]. Кутикула растений важна своей барьерной функцией (защита от обезвоживания, осадков, токсинов, грязи и микроорганизмов), которую ей помогают выполнять воски и фитолиты [9-11].

Выводы.

В результате микроскопического анализа приготовленных препаратов стебля и листьев амаранта сорта Янтарь в данной культуре удалось установить факт наличия фитолитов, форма которых соответствует разнообразной морфологии клеток, в которых они образуются и накапливаются. Имеются частные случаи появления в листьях фитолитов, имеющих продолговатую, часто выпуклую и изогнутую форму. Процесс кремнезёмогенеза в культуре амаранта может быть обусловлен поглощением кремниевой кислоты из почвы для обеспечения защиты организма амаранта, в частности, от обезвоживания, осадков и других вредоносных факторов окружающей среды, которые характерны для природы Западного Приобья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кононков П. Ф., Сергеева В. А. Амарант - ценная овощная и кормовая культура многопланового использования // Аграрный вестник Урала. - 2011. - № 4. – С. 63-64.
2. Магомедов, И. М. Амарант – прошлое, настоящее и будущее / И. М. Магомедов, Т. В. Чиркова // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-7. – С. 1108-1113. – EDN TWQHPP.
3. Найда Н. М. Морфобиологические и анатомические особенности *amaranthus paniculatus* в условиях Ленинградской области // Известия СПбГАУ. - 2021. - № 1(62). – С. 9-17.
4. Zellner W., Datnoff L. Silicon as a biostimulant in agriculture // Biostimulants for sustainable agriculture. - Cambridge, UK : Burleigh Dodds Science Publishing, 2020. – P. 149-196.
5. Prakash N. B., Sandhya T. S., Sandhya K. [et al.] Silicon in Soil and Plant Nutrition : A Decade of Research at the University of Agricultural Sciences, Bangalore // Indian Journal of Fertilisers. – 2021. - № 17(2). – P.140-154.
6. Агроклиматические ресурсы Новосибирской области / Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР, Зап.-сиб. упр. гидрометеорол. службы, Новосиб. гидрометеорол. обсерватория. — Ленинград : Гидрометеиздат, 1971. — 155 с.
7. Лада Н. Ю., Гаврилов Д. А. Анализ фитолитного состава основных растений степных экосистем Западной Сибири. - DOI 10.17223/19988591/34/4 // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2016. - № 2(34). – С. 53-68.
8. Kolattukudy P. E. Biosynthetic pathways of cutin and waxes, and their sensitivity to environmental stresses // Plant Cuticles: An Integrated Functional Approach / ed. by G. Kerstiens. - Oxford : BIOS Scientific publishers Ltd., 1996. – P. 83-108.
9. Raven, J. A. The evolution of vascular land plants in relation to supracellular transport processes. - DOI 10.1016/S0065-2296(08)60361-4 // Advances in Botanical Research. – London : Academic Press, 1977. – Vol. 5. - P. 153–219.
10. Barthlott, W., Neinhuis, C. Purity of the sacred lotus, or escape from contamination in biological surfaces. - DOI 10.1007/s004250050096 // Planta. – 1997. – Vol. 202. – P. 1–8.
11. Freeman, S. Biological Science. - New Jersey : Prentice-Hall, 2002. – 1144 p. - ISBN 978-0130819239.

КРАТКИЙ АНАЛИЗ О СОСТОЯНИИ КОРМОПРОИЗВОДСТВА В СИБИРИ И НАПРАВЛЕНИЯХ ЕГО РАЗВИТИЯ

Н.И. Кашеваров, *академик РАН*

*Сибирский федеральный научный центра агrobiотехнологий Российской
академии наук, р.п. Краснообск, Россия
e-mail: kashevarov@sfsca.ru*

Определяющим условием роста продуктивности животноводства и увеличения объемов производства его продукции в Сибири является, количественное и качественное улучшение кормовой базы. Если не будут решены проблемы кормопроизводства, то окажутся неэффективными все инвестиции в развитие животноводства.

Себестоимость молока и мяса будет также зависеть от состояния кормопроизводства, доля которого в затратах на производство продукции животноводства составляет около 50%, а с ростом цен на ресурсы неуклонно возрастает (1).

В Сибири принимаются определенные меры по развитию кормопроизводства. Так, в ряде регионов (Алтайский край, Новосибирская, Омская и Томская области) в рамках программ развития животноводства разработаны мероприятия по совершенствованию кормовой базы, ведется работа по оптимизации структуры посева кормовых культур, увеличиваются площади таких перспективных кормовых культур, как рапс, сурепица, редька масличная, галега восточная, соя и др.

В течение последних лет отмечается положительная динамика по производству семян масличных культур, но, к сожалению полного обеспечения потребности по ряду важнейших культур пока нет. Несколько возрос уровень кормообеспеченности, например по Сибирскому федеральному округу и регионам с крупным товарным производством сельскохозяйственной продукции. Следствием улучшения кормления за последние годы стал рост надоев молока на фуражную корову, увеличение среднесуточных привесов крупного рогатого скота и свиней. Однако рост кормообеспеченности достигнут в основном за счет снижения поголовья скота, а не за счет роста объемов заготовки кормов. Так, например в Сибирском федеральном округе на начало 2024 года насчитывалось 1,15 млн. коров, что составляет 15% от общего поголовья в России. Снижение поголовья к 2023 году составило 4,2%. Средняя годовая продуктивность коров в сельскохозяйственных предприятиях Сибири составила 6500 кг молока. При этом основными производителями этой продукции, около 80% являются Новосибирская, Омская области, Алтайский и Красноярский край. Например, в Новосибирской области среднегодовой удой на корову в 2023 году составил 6758 кг молока.

По-прежнему наблюдаются огромные колебания по объемам заготовки кормов по регионам и внутри территорий. Хотя потенциальный уровень кормообеспеченности, например, в Сибирском федеральном округе составляет

31,3 млн. т к.ед, при потребности 18,4, а производится только 12,7 млн. т. к.ед.(1).

Оценивая состояние кормопроизводства в Сибирском федеральном округе в целом, следует отметить преобладание, как правило, тревожных процессов. Основные из них:

1. Сокращение посевных площадей кормовых культур преимущественно за счет культур, обеспечивающих наибольший выход кормовых единиц с гектара. Так резко сократились площади посевов под кукурузой и другими силосными культурами. Не растет урожайность основных кормовых культур (многолетние травы, силосные культуры).

2. Отсутствие объективной оценки качества заготавливаемых кормов. Анализируется не более 30% их объема. Такая ситуация не дает объективной информации о реальном состоянии кормовой базы, что затрудняет возможность прогнозирования продуктивности животных.

3. Структура посева кормовых культур изменяется не в лучшую сторону. Снижился, например, удельный вес зернофуражных культур в посевах зерновых, а также сократилась доля бобовых культур. Низкой остается доля бобовых в посевах многолетних и однолетних трав. В результате возрастает разбалансированность кормовой базы по белку и, как следствие, растут затраты кормов на единицу продукции.

4. Рост цен на минеральные удобрения и энергоресурсы не способствует увеличению объемов внесения удобрений под кормовые культуры, что ведет к снижению урожайности и качества кормов. Площадь кормовых культур, удобренная минеральными удобрениями, составляет всего 5-7% от их общей площади (2).

5. Ухудшается состояние естественных кормовых угодий из-за практического прекращения работ по их улучшению. Резко повысилась нагрузка на расположенные около населенных пунктов пастбища, где сосредоточено поголовье, как сельхозпредприятий, так и личных подсобных хозяйств, что ведет к их деградации, при том, что удаленные пастбища не используются. Старовозрастные многолетние травы занимают до 65% площади, что ведет не только к снижению их урожайности и ухудшению видового состава, но и к сокращению площадей в качестве лучших предшественников под зерновые культуры (3).

6. Резко сократилось производство семян многолетних злаковых и бобовых трав, практически разрушена система семеноводства кормовых культур по причине низкого платежеспособного спроса на семена высоких репродукций.

7. По-прежнему медленно сокращаются сроки заготовки кормов, что ведет к снижению их урожайности и качества.

8. Во всех звеньях кормопроизводства наблюдается хронический недостаток специалистов. ВУЗы Сибири за исключением НГАУ не готовят, как было раньше специалистов по кормопроизводству.

Для устранения отмеченных проблемных вопросов необходимы качественные преобразования в отрасли. Речь должна идти не об освоении

отдельных технологий, хотя они, безусловно, не отрицаются, а о научно обоснованной системе мероприятий, направленных на удовлетворение потребности животноводства в кормах, как по количеству, так и по качеству. При этом параметры развития кормопроизводства должны разрабатываться применительно к почвенно-климатическим зонам и отдельным хозяйствам.

Тем не менее, как правило, общими и системными являются задачи:

1. Повышение уровня сбалансированности кормов по протеину путем увеличения, как доли бобовых однолетних и многолетних трав, так и возделывания силосных и зернофуражных культур из поливидовых смесей с бобовым компонентом.

2. Необходимо производить посев ярового рапса на зеленый корм в хозяйствах с молочным животноводством из расчета 0,2-0,3 га на корову, что позволит продлить сроки использования зеленых кормов до начала ноября, не допустить сезонного снижения надоев, снизить затраты на корма.

3. Требуется обеспечить обновление посевов многолетних трав на 20-25% их площади, для чего увеличить производство семян многолетних трав с учетом видовой и сортовой структуры.

4. В хозяйствах с низкой обеспеченностью пастбищами следует создавать прифермские кормовые севообороты из расчета 0,3 га на корову.

В целях повышения качества кормов и обеспечения сбалансированности по основным компонентам необходимо осуществить следующие мероприятия:

- внедрить технологии заготовки высококачественного силоса из бобовых трав в объеме 15% от общего производства;

- увеличить производства БМВД, премиксов, шротов, жмыхов для доведения доли комбикормов до 50% от объема расходуемых концентратов;

- использование консервантов и укрывных материалов для повышения сохранности и качества сенажа и силоса довести до 60% от объемов их производства.

Конкретные параметры кормопроизводства, сроки и пути их достижения необходимо определять с учетом современного состояния кормопроизводства, наличных и планируемых ресурсов, почвенно-климатических особенностей и специализации животноводства.

Наряду с изложенными выше преимущественно технологическими мерами развития кормопроизводства необходимо ввести систему экономического регулирования, направленную, прежде всего на техническое переоснащение отрасли и создание экономических условий развития.

В научном плане с учетом неуклонного процесса осеверения территорий важно обратить особое внимание на:

1. Углубление исследований по расширению видового разнообразия энергонасыщенных культур, обеспечивающих не менее 9-10 МДж/кг сухого вещества.

2. Создание новых конкурентноспособных сортов кормовых культур.

3. Поиск и отработку технологических процессов сохранения кормов при минимальном использовании химических средств, за счет применения культур, обладающих консервирующими свойствами и другие вопросы.

Таковыми на наш взгляд являются мероприятия, реализация которых в значительной степени позволит обеспечить существенное улучшение состояния кормопроизводства в Сибири, отрасли являющейся системообразующей в сельскохозяйственной деятельности, которая самым тесным образом взаимоувязывает земледелие, растениеводство и животноводство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблемы оптимизации кормопроизводства в Сибири / Н.И. Кашеваров, В.Ф. Резников //ФГБНУ СибНИИ кормов.- Новосибирск, 2016. - 87 с.
2. Ускоренное освоение залежных земель под сенокосы и пастбища в Сибири (научно-практическое пособие). Группа авторов.- Новосибирск, 2015.-58 с.
3. Агротехнологии производства кормов в Сибири: практическое пособие /Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние. СибНИИ кормов.- Новосибирск.- 248 с.

УДК 633.15.631.54

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ АМАРАНТА В КАЧЕСТВЕ ПОКРОВНОЙ КУЛЬТУРЫ ДЛЯ ДОННИКА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.И. Кашеваров, гл. науч. сотр., д-р с.-х. наук, академик РАН

А.А. Полищук, вед. научн. сотр. канд. с.-х. наук

В.И. Понамарева, научн. сотр.

М.В. Хазов, научн. сотр.

В.А. Мезенцев, аспирант

Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий РАН, п.

Краснообск.

e-mail: poletolyan@mail.ru

Если многолетние травы высеваются одновременно с какой-либо однолетней культурой, то такой посев трав называется покровным или подпокровным, а при высеве только одних многолетних трав – без покровным. При выборе способа посева учитывают особенности данного вида травы, условия местообитания, сроки посева. В условиях производства по экономическим соображениям чаще всего многолетние травы высевают под покров, чтобы получить достаточный урожай за счет покровной культуры. Всходы большинства многолетних трав угнетаются однолетней покровной культурой, которая за счет более быстрого развития лучше использует свет, влагу и элементы минерального питания. На чистых от сорняков почвах в нормальные по увлажнению годы беспокровные посевы многолетних трав более продуктивны, чем покровные [1-3].

Покровная культура может быть полезна на сильно засоренных почвах, так как она ограничивает распространение сорняков. В засушливые годы покров защищает всходы трав от перегрева. Положительное действие покровных культур может проявляться только в начальный период развития

трав. Предпочтение необходимо отдавать рано убираемым культурам [4]. Подпокровные посевы донника белого в условиях Приморского края позволяют получить высокую урожайность семян и дополнительную продукцию от покровной культуры [5-6].

Беспокровный посев донника был наименее затратным. На посев и возделывание покровных культур было затрачено на ячмене 64%, а на райграсе однолетнем — 42% от всех затрат. Рост затрат на подпокровных посевах сопровождается увеличением прибыли от реализации произведенной продукции. Установлено, что покровные посевы обеспечивают высокую урожайность семян донника, а также увеличивают прибыль от реализации продукции в 2,9 раза, в сравнении с беспокровным посевом [7-9].

В качестве покровных культур могут использоваться ряд однолетних, но наиболее распространенной схемой является донник под покров овса. При этом вызывает интерес использование амаранта в качестве покровной культуры где решаются две задачи. Первая – амарант как покровная культура. Вторая – семена амаранта при этом выполняют роль балласта.

Цель исследований. Изучить эффективность возделывания амаранта в качестве покровной культуры для донника при возделывании на зеленую массу.

Научная новизна. Впервые в условиях лесостепной зоны Западной Сибири будет отработана агротехника возделывания высокопродуктивных ценозов амаранта в качестве покровной культуры с донником.

Задачи:

1. Изучить продуктивность амаранта в качестве покровной культуры для донника при возделывании на кормовые цели в условиях лесостепной зоны Западной Сибири.

2. Дать экономическую и биоэнергетическую оценку ценозам амаранта с донником.

Исследования проводились на Центральной экспериментальной базе СибНИИ кормов СФНЦА РАН 2022-2023 года в условиях лесостепной зоны Западной Сибири.

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант	Норма высева, кг/га
1. Овес + донник	100 + 5,0
2. Амарант (одновидовой посев)	0,5
3. Донник (одновидовой посев)	8,0
4. Амарант + донник	0,3 + 8,0
5. Амарант + донник	0,5 + 8,0

Результаты исследований показали, донник как подпокровная культура развивается лучше в посевах в смеси с амарантом, где его высота составила 69-70 см., что на уровне одновидового посева донника, однако в посевах с овсом высота донника составила 56 см., что на 19 см, это говорит о более положительном агроценозе донника с амарантом нежели с овсом. (таблица 1)

Таблица 2 – Густота стояния и высота растений амаранта и донника в совместных посевах, 2022-2023 гг.

Вариант	Густота стояния растений, тыс. шт/га	Высота растений, см	Соотношение культур, %
Овес	661	115	59
Донник	460	56	41
Донник	371	75	100
Амарант	540	163	100
Амарант	211	164	46
Донник	250	69	54
Амарант	212	162	53
Донник	190	70	47

Урожайность донника второго года жизни составила в среднем 215 ц/га зеленой массы и существенно не отличалась по вариантам, хотя густота стояния растений донника под покровом амаранта была на 14 % выше чем на варианте с покровом овса. (таблица 2)

Таблица 2 – Урожайность донника второго года жизни под покровом амаранта 2023-2024 гг.

Вариант	Густота стояния растений, тыс. шт./га	Высота растений, см.	Урожайность, ц/га		Абсолютно сухое вещество %
			зеленая масса	сухая масса	
Овес	-	-	-	-	-
Донник	405	139	207	54,5	26,3
Донник	660	133	221	56,1	25,4
Амарант	-	-	-	-	-
Амарант	-	-	-	-	-
Донник	480	147	227	58,3	25,7
Амарант	-	-	-	-	-
Донник	459	143	206	53,0	25,7
НСР 0,5			58,0	15,1	

Анализ урожайности донника второго года жизни показал, что донник перезимовал хорошо, густота стояния растений весной составила 588 тыс. раст./га под покровом овса в 2022 году , 868 тыс./га в одновидовом посеве, и 695 под покровом амаранта, что позволило сформировать урожайность биомассы в пределах 71-79 ц/га, что на уровне донника под покровом овса и одновидового донника. (таблица 3)

При учете в первой декаде августа в фазу цветения донника его урожайность составила 9-14 ц/га, под покровом амаранта и 3 ц /га под покровом овса.

Таблица 3 – Эффективность возделывания амаранта в качестве покровной культуры для донника белого при возделывании на зеленую массу, 2022-2023 гг.

Вариант	Зеленая масса, ц/га	Сухая масса, ц/га	Абсолютно сухое вещество %	Соотношение культур по зеленой массе %
Овес	265	71,1	26,8	86
Донник	3	0,7	23,3	1
Сорняки	40	9,4	23,5	13
Всего	308	81,2	26,4	100
Донник	24	4,3	17,9	8
Сорняки	261	59,3	22,7	92
Всего	285	63,6	22,3	100
Амарант	512	75,8	14,8	73
сорняки	190	41,8	22,0	27
Всего	702	117,6	16,7	100
Амарант	160	23,5	14,6	41
Донник	9	1,5	16,7	2
Сорняки	227	51,4	22,6	57
Всего	396	76,4	19,3	100
Амарант	130	20,0	15,4	31
Донник	14	2,4	17,1	4
Сорняки	270	60,8	22,5	65
Всего	414	83,2	20,1	100
НСР 0,5	109	21,2		

В целом при погодных условиях 2023 года донник лучше себя чувствовал под покровом амаранта, где доля его в посеве была в два раза выше относительно посева с овсом. Данная тенденция подтверждается и уборочными данными. Урожайность зеленой массы овса как покровной культуры составила 308 ц/га. где доля сорной растительности составила 13 %, а доля подпокровной культуры (донника) 1 %. В посеве где покровной культурой является амарант, доля донника составила 2-4 %, сорняков 58 %, что говорит об агрессивном влиянии овса на соседствующие культуры.

В ценозах получена качественная зеленая масса с обеспеченностью кормовой единицы переваримым протеином в пределах 71-75 г. с уровнем рентабельности 98 %. В целом в погодных условиях 2022-2023 годов донник лучше себя чувствовал под покровом амаранта, где доля его в посеве была в два раза выше относительно посева с овсом. (табл. 3)

Таким образом использование амаранта возможно как в качестве покровной культуры на равне с овсом так и в качестве баласта при посеве мелкосемянных культур в частности донника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бенц В.А. Поливидовые посевы в кормопроизводстве: теория и практика. - Новосибирск. 1996. - 225с.
2. Суворов В.В. Донник. – М.: Сельхоз - издат, 1962. — 184 с.
3. Косолапов, В.М., Трифонов И.А. Проблемы и перспективы развития кормопроизводства // Кормопроизводство. – 2011. – № 2. – С. 4-7.
4. Савин А.П., Маркова В.Е. Достоинства и недостатки донника // Сборник научных трудов Рязанского НИПТИ АПК. – Рязань, 2005. – С. 71-75.
5. Дмитриук В.А. Влияние способов посева покровных культур на урожайность бобовых трав. Кормопроизводство, 1984, №1, 29 с.
6. Губарь М., Щербатюк М. Продуктивность люцерны в зависимости от покровных культур. //Корма и кормопроизводство//, Киев, 1983, вып. № 5, с. 5-7.
7. Методика полевых опытов с кормовыми культурами. ВНИИ кормов им. В.Р., Вильямса. М.: 1971.-157 с.
- 8.Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Госкомиссия по сортоиспытанию с.х. культур. – М.,1971. Вып. 1 –248 с.
- 9.Методика определения засоренности /Издания НИИСХ Юго-Востока, 1969.
- 10.Доспехов Б.Д. Методика полевого опыта. Агропромиздат 1985. – 348 с.

УДК 633.111.1: 631.51.01: 631.153.7

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ В ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ

С.А. Колбин, канд. с.-х. наук

Н.В. Васильева, канд. биол. наук

Л.М. Самохвалова

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область р.п. Краснообск, ул. Центральная, д. 2б, Россия.
E-mail: KolbinSA@sfca.ru*

Проблема минимизации обработки черноземов изучается в последние годы с различных точек зрения. Для практики наибольшее значение имеет экономический аспект проблемы, особенно в настоящее время при дефиците финансовых ресурсов у большинства сельскохозяйственных товаропроизводителей. Теоретические основы, приемы и способы эффективного использования агротехнологий в Сибири достаточно полно разработаны научными учреждениями [1]. Но в настоящее время требуется некоторая корректировка известных положений, в основном, в связи с применением высокопроизводительных посевных комплексов и переходом все большего количества хозяйств к использованию земель при крайней степени минимизации обработки почвы – прямому посеву, иногда называемому системой No-till.

Обобщение литературных данных показало, что при использовании технологии прямого посева: сокращаются затраты на топливо и технику,

уменьшаются трудозатраты, увеличивается прибыль и рентабельность, снижается эрозия почвы. Но при этом остаются дискуссионные проблемы, основными из них являются во-первых утверждение, что при прямом посеве растения более эффективно используют почвенную влагу, во-вторых что под влиянием технологии прямого посева происходит улучшение структуры и увеличивается содержания органического вещества в почве.

Цель исследований сравнительная оценка агрономической и экономической эффективности возделывания яровой пшеницы при традиционной технологии и прямом посеве.

Изучение эффективности возделывания яровой пшеницы по технологии прямого посева и сравнения её с традиционной зяблевой глубокой безотвальной обработкой почвы проводили в 2019-2024 гг. на черноземе выщелоченном среднесуглинистом среднесуглинистом в Центральной лесостепи Новосибирского Приобья (ОС "Элитная" – филиал СФНЦА РАН).

Полевой опыт, представлял собой посев бессменной яровой пшеницы возделываемой по интенсивной технологии. Изучалось 2 фона обработки почвы: зяблевая глубокая безотвальная обработка почвы стойками СибИМЭ на 25-27 см; Без обработки почвы (прямой посев сеялкой HARVEST-No-Till-3,6), предпосевная культивация была заменена обработкой гербицидом сплошного действия. На каждом фоне обработки были 3 уровня применения азотного удобрения: N0, N45, N90 в виде Naa. Размеры делянки 6x18 (м), повторность 4-кратная. Урожай зерна пшеницы учитывали комбайном, солома пшеницы измельчалась и разбрасывалась на поле. Ранее на опытном участке, в течение 15 лет (с 2001-2017 гг.) проводился стационарный опыт по изучению влияния минимизации обработки почвы на эффективность средств интенсификации в зернопаровом 3-х польном севообороте (чистый пар-пшеница-пшеница). С 2019 г. в опыте возделывалась бессменная пшеница. Мелкая плоскорезная обработка была заменена прямым посевом, зяблевая вспашка – глубокой безотвальной обработкой почвы (стойками СибИМЭ на 25-27 см).

Результаты исследований. Минимизация обработки почвы не влияла существенно на стартовые запасы продуктивной влаги и содержание нитратного азота в почве. Ранее в наших исследованиях было показано, что по зерновому предшественнику, эти показатели в среднем 2004-2017 гг. составляли в варианте с вспашкой 166 мм продуктивной влаги, при мелкой плоскорезной обработке почве – 155 мм. Запасы нитратного азота в 0-100 см – 67-65 кг/га, соответственно [2]. В период 2019-2024 гг. в бессменном посеве пшеницы они, вне зависимости от фона обработки почвы, составляли примерно 165 мм продуктивной влаги и 25 кг/га нитратного азота в 0-100 см слое почвы (табл. 1).

Следовательно, не обосновано считать, что при минимизации обработки почвы (или прямом посеве) происходит изменение в накопление влаги в почве по сравнению с глубокой обработкой почвы (особенно на фонах с оставлением стерни на поле).

Таблица 1 - Стартовые запасы продуктивной влаги и нитратного азота в почве перед посевом пшеницы, 2019-2024 гг.

Вид основной обработки почвы	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Запас продуктивной влаги в 0–100 см слое почвы, в мм						
Прямой посев	153	184	164	148	162	178
Зяблевая обработка, стойки СибИМЭ на 25–27 см	147	186	167	153	155	173
НСР ₀₅ частных средних	18	11	6	7	14	12
Запасы N–NO ₃ в 0-100см слое почвы, кг/га						
Прямой посев	22	23	22	48	21	27
Зяблевая обработка, стойки СибИМЭ на 25–27 см	19	19	33	37	18	30
НСР ₀₅ частных средних	6	7	6	9	6	4

Через 5 года после начала опыта плотность пахотного слоя почвы оставалась в пределах оптимальных значений для развития пшеницы (менее 1,2 г/см³). Однако на фоне без обработки почвы (при прямом посеве) уровень показателя был несколько выше в сравнении с глубокой плоскорезной обработкой (табл. 2).

Таблица 2 - Плотность сложения пахотного слоя почвы по методу Н.А. Качинского, г/см³, 2024 г.

Вариант обработки почвы	Слой почвы			
	0-10 см	10-20 см	20-30 см	среднее 0-30 см
Без обработки (прямой посев)	1,09	1,21	1,17	1,16
Стойки СибИМЭ на глубину 25–27 см	0,92	1,06	1,11	1,03

Наблюдения за фитосанитарной ситуацией показало, что в зависимости от условий увлажнения распространение гельминтоспориозно-фузариозных корневых гнилей всходов пшеницы изменялось от 3 до 50%, и в варианте с прямым посевом наблюдалась тенденция к увлечению распространённости болезни. Основное негативное действие технологии прямого посева заключалось в существенном увеличении численности сорных растений. Но после гербицидной обработки в кущение их численность, как правило, сокращалась до уровня ниже ЭПВ (табл. 3).

Одним из негативных фактором явилось образование большого количества растительных остатков на поверхности почвы, в результате дисковые сошники сеялки не могли прорезать толщу мульчи, и в годы с низким уровнем выпадения осадков в мае-июне семена пшеницы попадают в сухой слой почвы. Вследствие этого при прямом посеве всходы появляются позже чем при традиционной технологии и возможно существенное снижение всхожести растений, это наблюдалось в 2022-2023 гг.

Таблица 3 - Засоренность посевов бессменной пшеницы в фазу кущения (до обработки гербицидами) и перед уборкой урожая, 2024 г .

Вариант обработки почвы	Доза N кг/га	Число сорных растений, шт./м ²		Засоренность, % от общей массы фитоценоза
		в фазу кущения	перед уборкой	перед уборкой
Прямой посев	N ₀	625	152	12,8
	N ₉₀	1848	320	26,6
Зяблевая обработка стойками СибИМЭ на 25–27	N ₀	267	86	5,8
	N ₉₀	330	148	13,6

В тоже время минимизация обработки почвы в среднем за 15 лет исследований и за последние 6 лет при технологии прямого посева и не приводила к существенному изменению урожайности яровой пшеницы по сравнению с традиционными технологиями, основанными на глубоких обработках почвы.

При этом можно отметить, что в среднем за годы исследований уровень урожайности на 1 га севооборотной площади для равноценной дозы внесения азотных удобрений (N₄₅) вне зависимости от фона обработки почвы составлял примерно 2,45 т/га.

Таблица 4 - Влияние способа зяблевой обработки почвы и дозы удобрений на урожайность яровой пшеницы, т/ га севооборотной площади

Обработка почвы	Доза N, кг/га	2004-2017 гг.	Обработка почвы	2019-2024 гг.
		Зернопаровой севооборот, пар-пшеница - пшеница		Бессменная пшеница
Зяблевая вспашка на 25-27	N ₀	2,16	Безотвальная обработка стойками СибИМЭ на 25-27 см	1,47
	N ₄₅	2,47		2,46
	N ₉₀	-		3,11
Мелкая плоскорезная обработка на 6-8 см	N ₀	2,13	Прямой посев сеялкой Harvest-No-Till-3,6	1,66
	N ₄₅	2,45		2,52
	N ₉₀	-		3,08
НСР ₀₅		0,22		0,27

Это позволяет нам сделать вывод, что при применении интенсивной технологии возделывания зерновых культур, зяблевая обработка почвы, которая в экстенсивных технологиях выполняющая функцию агротехнической борьбы с сорной растительностью, может быть успешно заменена минимальными обработками почвы (вплоть до прямого посева).

Расчет экономической эффективности применяемых агротехнических приемов возделывания пшеницы показал, что при минимальной (мелкой поверхностной обработке почвы и прямом посеве) уровень технологических затрат и себестоимость продукции были примерно на 10% ниже, чем при традиционных технологиях основанных на глубокой зяблевой обработке почвы (табл. 5).

Таблица 5 - Экономическая эффективность возделывания в яровой пшеницы в зернопаровом севообороте и в посевах бессменной пшеницы, в ценах 2024 г

Вариант, средства интенсификации		Урожайнос ть, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га			Чистая прибыль , руб./га	Себестои мость продукци и, руб./т.	Уровень рентабель- ности, %
				на средства интенсификац ии	удобрения	всего			
Зернопаровой севооборот (пар-пшеница-пшеница)									
Зяблевая вспашка на 25–27 см ежегодно	N ₀	2,16	32490	3310	-	11415	22295	3136	92
	N ₄₅	2,47	36754	3310	2144	12471	24283	3415	76
Мелкая поверхностная обработка почвы	N ₀	2,13	30962	3310	-	9061	22563	2746	122
	N ₄₅	2,45	36054	3310	2144	10675	25379	2994	98
Бессменная пшеница									
Глубокая обработка Стойками СибИМЭ на 25– 27 см ежегодно	N ₀	1,47	22050	4964	-	12517	9533	8515	76
	N ₄₅	2,46	36900	4964	3831	16348	20552	6646	71
	N ₉₀	3,11	46650	4964	6691	19601	27049	6303	75
Без основной обработки почвы (Прямой посев)	N ₀	1,66	24900	6345	-	10415	14485	6274	139
	N ₄₅	2,52	37800	6345	3831	14398	23402	5713	94
	N ₉₀	3,08	46200	6345	6691	17500	28700	5682	90

Вследствие этого условно чистая прибыль при минимальной обработке почвы и прямом посеве зерновых была на 10% выше, чем при традиционной технологии (основанной на глубокой зяблевой обработке почвы). Затраты труда примерно на 25% ниже чем при традиционной технологии.

Заключение.

На интенсивном фоне возделывании яровой пшеницы минимизация обработки почвы (или технология с ежегодный прямым посевом) не приводит к существенному снижению урожайности культуры на черноземе выщелоченном в лесостепи Новосибирского Приобья.

Минимизация обработки почв не влияет существенно на изменение стартовых запасов продуктивной влаги и нитратного азота в почве по сравнению с глубокой плоскорезной обработкой.

Основным негативным последствием технологии прямого посева яровой пшеницы являлось существенное увеличение численности сорняков в посевах.

Тенденция к минимизации обработки почвы обусловлена экономическими причинами, а именно существенным снижением технологических затрат и увеличением получаемой хозяйством прибыли .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кирюшин В.И. Проблема минимизации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследований// Земледелие. 2013. № 7. С. 3-6.
2. Шарков И.Н., Колбин С.А., Прозоров А.С., Самохвалова Л.М. Эффективность азотного удобрения при увеличении поступления в почву растительных остатков в лесостепи Западной Сибири// Агрохимия. 2022. № 3. С. 22-30.

УДК 631.95

БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НОВЫХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ОМСКОГО АНЦ В УСЛОВИЯХ НИЗКОГОРЬЯ ГОРНОГО АЛТАЯ

Н.А. Окашева ¹, мл., научный сотрудник

С.Н. Красников ², канд. с.-х. наук, зав. лабораторией, в. научн. сотр.

С.В. Жаркова ³, д.с.-х.н., проф.

О.В. Сафонова ¹, канд. с.-х. наук, доцент

¹ Горно-Алтайский государственный университет, г. Горно-Алтайск,

² Омский аграрный научный центр, г. Омск, Россия,

³ Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, Россия.

onur_lana@mail.ru

В данной работе представлено исследование биометрических показателей новых гибридов картофеля из коллекции Омского аграрного научного центра (АНЦ) (гибриды – 22-51, 44-21, 182-17) в условиях

низкогорья Горного Алтая. Исследование направлено на оценку адаптивности новых гибридов картофеля к специфическим условиям региона, что позволит повысить эффективность сельскохозяйственного производства и способствовать продовольственной безопасности.

Картофель является одной из ключевых сельскохозяйственных культур, обеспечивающих продовольственную безопасность в России. Значение этой культуры особенно велико в регионах с суровыми климатическими условиями, таких как Горный Алтай. Одной из стратегий повышения урожайности и устойчивости картофеля к неблагоприятным условиям является выведение новых гибридов, адаптированных к специфическим агроклиматическим условиям.

Омский аграрный научный центр ведет активную работу по созданию и селекции новых сортов картофеля, которые могут успешно культивироваться в различных регионах страны. *Целью* нашего исследования является оценка биометрических показателей новых гибридов картофеля в условиях низкогорья Горного Алтая (в экологических условиях 2024 года).

Задачи - изучить биометрические показатели новых гибридов картофеля, включая высоту растений, площадь листового аппарата и массу клубней.

Результаты исследования помогут в идентификации наиболее перспективных гибридов для их коммерциализации и дальнейшего использования в аграрном секторе Горного Алтая.

Ранее нами было отмечено: «Изучение биометрических данных картофеля позволит определить перспективность внедрения генотипов в производство картофеля в Горном Алтае, что будет способствовать увеличению урожайности и качества продукции картофелеводства в регионе» [1].

В ходе исследования О.В. Платоновой, следует вывод: «Биометрические показатели роста растений картофеля определяются системой питания и метеорологическими условиями вегетационного периода. Комплексное внесение органических и минеральных удобрений на фоне использования биологического мелиоранта улучшает условия развития картофеля, ускоряя как рост растений, так и развитие листового аппарата, что в конечном итоге отразится на продуктивности картофеля» [2].

В нашем случае, посадка гибридов картофеля 22-51, 44-21, 182-17 осуществлена 6 июня в Горно-Алтайске, что относится к низкогорью Горного Алтая. Генотипы не подвергались обработке химическими препаратами, данные получены на естественном агрофоне. Среднесуточная дневная температура составила +25 градусов, а ночная – +16, уборка во второй декаде сентября.

Таблица 1 представляет данные о биометрических показателях для трёх гибридов картофеля, обозначенных как 22-51, 44-21 и 182-17. Параметры включают высоту стеблей (в сантиметрах) и количество стеблей (в штуках) для каждого из десяти вариантов.

Таблица 1 –Высота и количество стеблей изучаемых гибридов картофеля

№	Параметры признака	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22-51	Высота стеблей (см)	106	100	102	99	100	102	104	98	104	103
	Количество стеблей (шт)	4	3	4	4	2	2	3	2	3	3
44-21	Высота стеблей (см)	86	84	80	88	79	78	82	86	87	87
	Количество стеблей (шт)	6	7	6	8	7	6	7	7	8	7
182-17	Высота стеблей (см)	90	91	90	89	88	89	91	90	87	84
	Количество стеблей (шт)	4	5	4	3	4	3	4	5	4	3

Гибрид 22-51 - Высота стеблей (см): Значения варьируются от 98 до 106 см. Максимальная высота достигается в первом варианте (106 см), а минимальная в восьмом (98 см). Количество стеблей (шт): Изменяется от 2 до 4. Максимальное количество стеблей отмечено в третьем и четвертом вариантах (4 шт), минимальное – в шестом и восьмом (2 шт).

Гибрид 44-21- Высота стеблей (см): Высота варьируется от 78 до 88 см. Максимальная высота фиксируется в четвертом варианте (88 см), минимальная – в шестом (78 см). Количество стеблей колеблется от 6 до 8. Максимальное количество стеблей наблюдается в четвертом и восьмом вариантах (8 шт), минимальное – в третьем и шестом (6 шт).

Гибрид 182-17 - Высота стеблей (см): Значения находятся в диапазоне от 84 до 91 см. Максимальная высота наблюдается во втором и восьмом вариантах (91 см), минимальная – в последнем (84 см). Количество стеблей варьируется от 3 до 5. Максимум приходится на второе, восьмое и девятое варианты (5 шт), минимум – на третье и десятое (3 шт).

Выводы. Таким образом, гибрид 22-51 демонстрирует устойчивость по высоте стеблей, незначительно изменяясь в пределах 8 см. Однако количество стеблей варьирует более значительно. Гибрид 44-21 показывает хорошую устойчивость по высоте и количеству стеблей, что может свидетельствовать о его высоком потенциале стабильности в условиях варьирующей среды. Гибрид 182-17 имеет умеренные изменения в обоих параметрах, что свидетельствует о его адаптивности с ограничениями в стабильности стеблевых параметров.

Максимальная высота стеблей сравнима у всех гибридов, однако гибрид 44-21 имеет более короткие стебли в среднем, что возможно указывает на его более компактную морфологию. Варьирование количества стеблей может быть связано с агротехническими условиями и потенциалом к развитию в стрессовых условиях. Эти данные помогают определить наиболее подходящие гибриды для дальнейших испытаний на урожайность и устойчивость к внешним факторам, важным при выборе сорта для

выращивания в специфических условиях Горного Алтая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Окашева, Н. А., Красников, С. Н., Сафонова, О. В., Вознийчук, О. П. Сравнительное изучение перспективного сорта дочка (с-112-03) и районированных сортов картофеля в различных эколого- географических зонах горного Алтая / Н. А. Окашева, С. Н. Красников, О. В. Сафонова, О. П. Вознийчук // Аграрная наука в реализации доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации : Сборник статей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвящённой 100-летию основания отдела земледелия СибНИИСХ, Омск, 24–25 июля 2024 года. – Омск: Омский аграрный научный центр, 2024. – С. 207-211. – EDN EUGDTY.
2. Платонова, О. В. Влияние биологических мелиорантов на формирование биометрических показателей роста и развития растений картофеля / О. В. Платонова // Молодежь и XXI век - 2021: Материалы XI Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах, Курск, 18–19 февраля 2021 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 6. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 305-310. – EDN XOGPSS.

УДК 633.361:632.51

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В СЕМЕННЫХ ПОСЕВАХ ЭСПАРЦЕТА ПЕСЧАНОГО

О.А. Познахарева, Н.В. Данилов

Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства), Красноярская область

Д.Ю. Бакшаев

Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий Российской академии наук, Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Введение. Эспарцет песчаный, ценная кормовая культура широкого использования. При использовании его на семенные без подкашивания сильно зарастает сорняками [1]. Засоренность негативно сказывается на урожайности культуры, и, особенно, на его качестве. При этом они могут использоваться на корм скоту и даже иметь лекарственный эффект, что, однако не исключает их отрицательный действие на травостой [2].

Снижает засорённость будущих травостоем обработка гербицидом сплошного действия, например Раундап (5 л/га) с последующей вспашкой. При этом урожайность смеси костреца с эспарцетом достигает 60,8 ц/га сена за счёт хорошей влагообеспеченности посевов. Прибавка урожайности от гербицида составила 4,5-5,1 ц/га [3].

Для борьбы с сорняками в год посева трав проводят их подкашивание, которое снижает долю сорняков до 8% [4]. В посевах старовозрастного эспарцета песчаного рекомендуется использовать гербициды избирательного

действия, такие как базагран (1,5 кг/га в фазу начала стеблевания бобовых) и фюзилад – супер (2 л/га в фазе 4–5 листьев или через 3–4 недели после уборки покровной культуры), а также баковые смеси 2,4 ДМ (1 л/га) + базагран (1 л/га) [5].

Таким образом, подбор оптимальных способов защиты от сорняков семенных посевов является важным и необходимым условием получения стабильных и высоких урожаев культур.

Цель исследований - изучение сравнительной эффективности использования гербицидов фирмы «Август» Корсар и Парадокс на семенных посевах эспарцета песчаного.

Материалы и методы. Место проведения исследований - Красноярская лесостепь в наиболее остепнённой южной её части. Климат территории резко континентальный. По данным метеостанции «Минино» средняя многолетняя температура воздуха - 0,7 °С. Наиболее тёплым месяцем является июль, наиболее холодным – январь. Период со среднесуточной температурой воздуха выше 0 °С начинается с середины апреля и продолжается 182-192 дня.

Среднегодовое количество осадков 372 мм, из них за вегетационный период выпадает более 60%, что относит территорию к зоне недостаточного увлажнения. Характер выпадения осадков часто бывает ливневым, эта особенность создает условия резко меняющегося режима влажности. Максимум осадков, как правило, выпадает в июле-августе (ГТК > 1). За период май-июнь ГТК < 1.

Схема опыта

Культура, сорт	Площадь, га	Перечень используемых препаратов, нормы расхода, сроки, условия и способы внесения
Эспарцет песчаный Михайловский 10 (7 лет)	5	Корсар, ВРК, 1,8 л/га – опрыскивание в фазе 2-6 листьев двудольных и однолетних злаковых сорняков и при высоте пырея 10-20 см, независимо от фазы развития культуры.
Эспарцет песчаный Михайловский 5 (3 года)	10	Корсар, ВРК, 1,2 л/га – опрыскивание в фазе 2-6 листьев двудольных и однолетних злаковых сорняков и при высоте пырея 10-20 см, независимо от фазы развития культуры.
	10	Парадокс, ВРК, 0,3 л/га – опрыскивание в фазе 2-6 листьев двудольных и однолетних злаковых сорняков и при высоте пырея 10-20 см, независимо от фазы развития культуры.

Опыт проводили на травостое эспарцета песчаного сортов Михайловский 5 и Михайловский 10 третьего и седьмого года жизни.

Обработки против сорняков проводили опрыскивателем ОПШ-16 в фазу стеблевания культуры, при высоте растений 15-18 см. Подсчёт

количества сорняков проводили с помощью рамки 50*50 см (0,25 м²) по диагонали делянки в пятикратной повторности.

Повторность опытов 4-х кратная с систематическим расположением вариантов. Посевная площадь делянок 1 га (100*100 м).

Результаты и обсуждения. Гербицидная обработка проводилась при повышенной температуре воздуха, что позволило гербициду Корсар действовать наиболее эффективно. Оптимальная температура воздуха для обработки гербицидом Корсар +15-25°C, прохладная погода замедляет видимое действие препарата.

Обследование старовозрастного посева эспарцета песчаного Михайловский 10 показало его сильное засорение (5 баллов) многолетними и зимующими сорняками (таблица). Опрыскивание гербицидом Корсар в дозе 1,8 л/га проводили 5 июня в фазу стеблевания эспарцета. Через день (7 июня) у сорных растений отмечены видимые признаки поражения: начался некроз листьев на лопухе, увядание верхушечных листьев ярутки полевой, шалфея, осота. При осмотре посева 22 июня (через 15 дней после обработки) отмечена гибель или сильное угнетение практически всех сорных растений. Через 30 дней после обработки полностью погибли осот, бодяк, репей (лопух), одуванчик, были сильно угнетены полынь и подорожник. Снижение численности сорняков к контролю составило 47%. Злаковые сорняки и свербига восточная устойчивы к действию гербицида, их численность осталась на прежнем уровне.

Обследование травостоя эспарцета песчаного Михайловский 5 третьего года жизни выявило засоренность 4 балла (52 шт./м²) в основном двудольными сорняками (90%).

Обработку посева провели гербицидами Корсар, 1,2 л/га и Парадокс, 0,3 л/га 25 мая в фазе - розетка из 3-5 листьев.

Через 10 после обработки эспарцета песчаного гербицидом Корсар в дозе 1,2 л/га произошла гибель и снижение количества на 64% в основном однолетних и зимующих двудольных сорняков (ярутка полевая, пастушья сумка), многолетние сорняки в ранней фазе развития были сильно обожжены и частично увядали, частью продолжали вегетировать, хотя и были сильно угнетены. Гулявник Лёзеля и свербига восточная были устойчивы к гербициду, их численность не изменилась.

Через 40 дней после обработки обожженные гербицидом многолетние двудольные сорняки восстановились, продолжали вегетировать. Отсутствие эффекта от обработки отмечено на растениях, которые на время обработки были уже хорошо развиты, в основном это осот желтый, бодяк полевой, лопух, щавель курчавый, свербига восточная и др., глазомерно засоренность посева высокая – 5 баллов.

Через 10 дней после обработки гербицид Парадокс, 0,3 л/га вызвал сильное угнетение сорных растений, как однолетних, так и многолетних двудольных, они начали желтеть, отставать в росте и увядать.

Таблица Засоренность эспарцета песчаного в зависимости от возраста травостоя и использования гербицида спустя 30-40 дней после обработки

Сорные растения	Исходная засоренность		Эспарцет песчаный Михайловский 5, 3 года					
			<i>Корсар, 1,2 л/га</i>			<i>Парадокс, 0,3 л/га</i>		
	количество сорняков, шт./м ²	% от общей засоренности	количество сорняков, шт./м ²	% от общей засоренности	% гибели сорняков к контролю	количество сорняков, шт./м ²	% от общей засоренности	% гибели сорняков к контролю
Злаковые	5	10	3	9	40	4	44	20
Двудольные	47	90	30	91	36	5	56	89
в т.ч. свербига восточная	20	39	22	67	+110	1	11	95
Всего	52	100	33	100	37	9	100	83
Сорные растения	Исходная засоренность		Эспарцет песчаный Михайловский 10, 7 лет, <i>Корсар, 1,8 л/га</i>					
	количество сорняков, шт./м ²	% от общей засоренности	количество сорняков, шт./м ²	% от общей засоренности	% гибели сорняков к контролю			
Злаковые	12	17	11	29	8			
Двудольные	53	75	27	71	49			
в т.ч. свербига восточная	23	32	24	63	+104			
Всего	71	100	38	100	47			

Через 40 дней после обработки 7 июля гибель сорняков на посеве эспарцета песчаного составила 83%, остались в основном единичные растения многолетних двудольных сорняков (бодяк полевой, лопух, осот желтый и некоторые другие), однако они были сильно угнетены и не образовали семян. Засоренность низкая – 1 балл. После обработки гербицидом Парадокс полностью погибли устойчивые к Корсару гулявник Лёзеля и свербига восточная.

Уборка эспарцета песчаного Михайловский 5 была проведена 28 сентября комбайном «Вектор». Разницы в урожайности семян эспарцета между обработками гербицидами практически нет (4,5 и 4,9 ц/га), хотя урожайность засоренного свербигой эспарцета несколько выше за счёт большей массы 1000 семян свербиги (15,1 г у эспарцета и 27,0 г у свербиги). Её семена при уборке смешиваются с семенами эспарцета, по размеру и форме они практически аналогичны, что вызывает трудности при очистке семян, приводя к значительному ухудшению посевных качеств и дальнейшего использования для размножения.

Таким образом, проведённые исследования выявили преимущество использования гербицида Парадокс, 0,3 л/га для борьбы с сорняками на

семенных посевах эспарцета песчаного сорта Михайловский 5, 10.

Выводы. На травостое эспарцета песчаного первого года жизни для борьбы с однолетними и зимующими двудольными сорняками эффективен гербицид Корсар (1,2 л/га). Снижение засорённости составляет 37%. Применять гербицид в этой дозе целесообразно только на ранних сроках отрастания эспарцета, когда многолетние сорняки еще не набрали сил и погибли при опрыскивании. В более поздние сроки обработки, а также на старовозрастных посевах с высокой засоренностью, дозу гербицида рекомендуется увеличить до 1,8 л/га, что вызывает полную гибель однолетних и большинства многолетних двудольных сорняков.

Наиболее эффективен против сорняков в посевах эспарцета песчаного независимо от степени засоренности и фазы развития сорных растений гербицид Парадокс (0,3 л/га). Он практически полностью (до 83%) уничтожает большинство однолетних и многолетних двудольных сорняков, включая свербигу восточную, устойчивую к гербициду Корсар.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Писаренко П.В., Пономаренко С.В. Оптимизация фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в органическом земледелии // Вестник Курганской ГСХА. 2014. № 3(11). С. 40-44. – EDN TEJBKV.
2. Лебедева Л.В., Захаров И.В. Симбиотический аппарат растений люцерны и эспарцета // Поиск (Волгоград). 2019. № 1(10). С. 47-51. – EDN PMXYGD.
3. Черкасов Г.Н., Сосов Н.А. Приемы создания высокоурожайных сенокосов на залежных землях склонов в Центральном Черноземье // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 5. С. 13-15. – EDN ZCPUOX.
4. Черепок И.А., Боровик А.А., Чекель Е.И. [и др.] Урожайность бобово-злаковых травосмесей на основе эспарцета песчаного // Земледелие и селекция в Беларуси. 2019. № 55. С. 188-194. – EDN IOYFVG.
5. Павлюченко А.У., Чевердин Ю.И. Технологические особенности производства семян многолетних трав в условиях юго-востока Центрально-черноземной зоны (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2010. № 5. С. 56-59. – EDN MWAROJ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ КУЛЬТУРАМ СЕЛЕКЦИОННОГО ЦЕНТРА СФНЦА РАН ЗА 55 ЛЕТ

Р.И. Полюдина, д-р с.-х. наук, с.н.с.

Д.А. Потапов, канд. с.-х. наук

В.М. Гришин, канд. с.-х. наук

Сибирский федеральный научный центр агробихотехнологий РАН, пос.

Краснообск, Россия,

e-mail: revmira.polyudina@yandex.ru

Одной из актуальных задач селекции кормовых культур является создание новых адаптивных сортов с высокой репродукционной способностью, повышенным качеством кормовой массы, признаками устойчивости к абиотическим стрессам и основным болезням. В Селекционном центре СФНЦА РАН в качестве генетического базиса селекции используются образцы коллекции ВИР, других НИУ и местного генофонда. Для создания новых сортов с комплексом хозяйственно ценных признаков применяются следующие методы: гибридизация внутривидовая (рапс, соя, нут, овёс) и отдалённая (рапс, ломкоколосник ситниковый); поликросс-метод (клевер, суданская трава, эспарцет); индуцированный мутагенез (клевер луговой, суданская трава, соя, нут, люцерна); полиплоидия (кострец безостый, клевер луговой); биотехнологические методы (эспарцет, люцерна, рапс, соя, нут).

За годы существования Сибирского НИИ кормов (1970–2024 гг.) создано более 60 сортов кормовых культур, относящихся к 24 видам. В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений РФ включен 51 сорт [1]. Из них наибольшее распространение получили сорта: сои – СибНИИК 315, СибНИИК 9; бобов кормовых – Сибирские; суданской травы – Новосибирская 84, Лира; костреца безостого – Рассвет; клевера лугового – СибНИИК 10, Родник Сибири, Атлант, Метеор; донника белого – Обской Гигант, Люцерновидный 6; эспарцета песчаного – СибНИИК 30, Михайловский 10; овса – Краснообский, СИГ, Урал 2; ярового рапса 00-типа – СибНИИК 198, СибНИИК 21, Сибирский и 000-типа – СибНИИК 32.

Ценными источниками кормового белка являются многолетние бобовые травы. В Сибири до 1970-х годов выращивались местные сорта, приспособленные к возделыванию в локальных районах. Первым селекционером в СибНИИ кормов был И.М. Карашук, кандидат сельскохозяйственных наук, автор двух сортов донника и трех – эспарцета песчаного [2]. Зимостойкий и засухоустойчивый сорт эспарцета СибНИИК 30, созданный под руководством И.М. Карашука методом массового отбора из сортопопуляций эспарцета песчаного украинского происхождения, характеризуется урожайностью сухого вещества 64,1 ц/га, семян 8,1 ц/га. Сорт Флогистон, созданный методом индивидуально-группового отбора, с

урожайностью зеленой массы 409 ц/га, сухого вещества 105 ц/га, семян 9 ц/га. Новый сорт эспарцета Михайловский 10, выведенный в Восточно-Сибирском отделе методом массового отбора из дикорастущего образца, даёт 73 ц/га сена и 12,0 ц/га семян. Авторы – Старовойтов Н.Г., Гунин А.П., Мудрова В.Е., Полюдина Р.И. [1].

Исследования по селекции клевера лугового в СибНИИ кормов начаты в 1976 г. Впервые в Сибири методом поликросса целенаправленно подобранных исходных генотипов с последующим формированием сложногибридных популяций созданы сорта: СибНИИК 10 (авторы: Полюдина Р.И., Поляков Я.К., Железнова Н.Б.); Родник Сибири (авторы: Полюдина Р.И., Поляков Я.К., Липовцына Т.П., Боме Н.А.); Атлант (совместно с НИИСХ Северного Зауралья – филиал Тюменского НЦ СО РАН, Иркутский НИИСХ) с 2007 года включен в Госреестр по семи регионам России (авторы - Полюдина Р.И., Липовцына Т.П., Мирвода С.В.). Сорт Огонёк (авторы: Полюдина Р.И., Агаркова З.В., Рыбалкина Н.Н., Овчаренко М.В., Пакуль В.Н.) создан совместно с Кемеровским НИИСХ путём многократного массового отбора из коллекционного сортообразца № 880. Эти сорта – зимостойкие позднеспелого типа, характеризуются высокой урожайностью кормовой массы, семян и устойчивостью к болезням. Методом экологической селекции в ходе выполнения программы ТОС «Клевер» Новоселовым М.Ю. (ФНЦ «ВИК им. Вильямса В.Р.») и Зарьяновой З.А. ФГБНУ ВНИИЗБК и Полюдиной Р.И. (СФНЦА РАН) создан новый тетраплоидный раннеспелого типа сорт Памяти Лисицына с высокой зимостойкостью, по скороспелости на 13–16 дней превосходящий стандарт. Впервые в условиях Западной Сибири совместно с ФНЦ «ВИК им. Вильямса В.Р.» создан тетраплоидный сорт раннеспелого типа клевера Метеор (авторы: Полюдина Р.И., Данилов В.П., Новоселова А.С., Новоселов М.Ю.), характеризующийся зимостойкостью, высокой урожайностью (118 ц/га сухого вещества) и стабильной семенной продуктивностью. Сорт получен в результате сочетания методов химического мутагенеза, экспериментальной полиплоидии, внутривидовой гибридизации и многократного массового отбора на специальных селективных фонах [3].

Методом гибридизации (ВИК 7 х Бурятский дикорастущий) и отборов совместно с ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» создан сорт Прима (авторы: Полюдина Р. И., Новосёлова А. С., Новосёлов М. Ю.). Сорт раннеспелого типа на диплоидной основе. Урожайность зелёной массы за два укоса достигает до 574, сухого вещества – до 135, семян – до 3,92 ц/га. Средняя урожайность зелёной массы за два укоса 388, сухого вещества 86, семян 3,17 ц/га. Содержание сырого протеина в сухой массе 16,2 %, клетчатки 26,0 %.

С 2024 года в государственный Реестр сортов РФ включен новый сорт клевера лугового раннеспелого типа на тетраплоидной основе Ассоль. Сорт создан методом гибридизации, полиплоидии и отборов (авторы: Полюдина Р.И., Новоселов М.Ю. совместно ФНЦ «ВИК» им. В. Р. Вильямса). Средняя

урожайность зеленой массы за два укоса составляет 451 ц/га, сухого вещества – 89,2, семян – 1,67 ц/га. Максимальная урожайность зеленой массы за два укоса составляет 818 ц/га; семян – 2,99 ц/га. Содержание протеина 14,9 %. Отличается устойчивостью к мучнистой росе и фузариозу.

Большую роль в кормовых севооборотах играют однолетние злаковые кормовые культуры. Сорт ярового овса СИГ (авторы: Старовойтов Н.Г., Старовойтова О.И., Ланин В.А., Полюдина Р.И.) выведен в Восточно-Сибирском отделе СибНИИ кормов СФНЦА РАН методом гибридизации с последующим индивидуальным отбором. Он устойчив к полеганию, засухе и пыльной головне, даёт до 50 ц/га зерна, за отличные крупяные качества входит в список ценных по качеству сортов.

В СибНИИ кормов совместно с ООО НПО «КОС-МАИС (Гаркуша В.Г., Жуков Н.И. и др.) и Алтайским НИИСХ ФАНЦА (Шукис Е. Р., Дегтяренко Г. Г. и др.) созданы: гибрид Обский 150 СВ и трехлинейный гибрид кукурузы Гибрид Обский 140 СВ.

Гибрид Обский 150 СВ – раннеспелый, трехлинейный универсального использования – на зерно, силос и зеленый корм. Относится к группе сортоформ с желтым кремнисто-зубовидным зерном и белым стержнем початка. Отличается холодостойкостью и высокой долей зерна в силосной массе. Урожайность зеленой массы в производственных условиях составила в среднем 456 ц/га (в том числе початков 159), зерна 35 ц/га.

Гибрид Обский 140 СВ – трехлинейный гибрид. Раннеспелый (ФАО 140-150). Время цветения метелки очень раннее. Созревает за 92-95 дней. Средняя урожайность зерна в условиях Сибири 63 ц/га, зеленой массы 400–500, сухой массы 67,8–77,5 ц/га. Отличается холодостойкостью, устойчивостью к полеганию, гельминтоспориозу, стеблевым гнилям, бактериозу початков.

Для селекции суданской травы применялся химический мутагенез. Урожайность зеленой массы сорта Новосибирская 84 за два укоса достигает 475 ц/га, семян – 32 ц/га [4]. Методом рекуррентного отбора в мутантных потомствах создан сорт суданской травы Лира. Авторы: Лутай Л.В., Штаус А.П., Полюдина Р.И. Совместно с НИУ Республики Казахстан созданы высокоурожайные засухоустойчивые сорта Достык 15, Карагандинская и Ника (Авторы: Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Гришин В.М., Ермулатов Б.Р., Середа Г.А., Филиппова Н.И. и др.).

Сорт Достык 15 сорт создан совместно с ТОО «Павлодарским НИИСХ» методом индивидуального отбора. Вегетационный период составляет 86-90 суток. Средняя урожайность за годы испытания в республике Казахстан составила по урожайности: зеленой массы 79,7 ц/га, сухого вещества 22,2 ц/га, семян 6,1 ц/га. Включен с 2018 г. в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию по Павлодарской, Карагандинской и Кустанайской областям Республики Казахстан.

Создан Карагандинская создан совместно с ТОО «Карагандинский

НИИРС» совместно методом многократного индивидуального отбора из мутантного потомства сорго-суданкового гибрида Кинельское 3 х Бродская 2. Сорт среднеспелый. Средняя урожайность за годы испытания (2012-2016 гг.; Казахстан) составила: зеленой массы 171,2 ц/га, сухого вещества – 51,2 ц/га, семян – 10,8 ц/га. Сорт Карагандинская включен в Государственный реестр селекционных достижений, рекомендуемых к использованию в Республике Казахстан по Акмолинской, Карагандинской, Костанайской и Северо-Казахстанской областям.

Сорт Ника создан совместно с ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. Бараева» методом поликросса и отборов на основе лучших по ОКС поликроссных потомств мутантного происхождения. В условиях лесостепи средняя урожайность зеленой массы в сумме за два укоса составляет 335 ц/га, сухого вещества – 60,5 ц/га, семян – 19,0 ц/га. Включен в Госреестр Республики Казахстан по Акмолинской области с 2021 г.

В Северо-Кулундинском отделе СибНИИ кормов создан сорт проса Кулундинское (совместно с Алтайским НИИСХ ФАНЦА), характеризующийся высокой урожайностью и устойчивостью к пыльной головне (Авторы: Шукис Е.Р., Куркова С.В., Полюдина Р.И.О,

Значительное внимание уделяется представителям семейства *Brassicaceae*. Селекция ярового рапса в Сибири была начата на Ужурской опытной станции (Восточно-Сибирский отдел), где в 1981 г. создан первый в России сорт Восточносибирский. В СФНЦА РАН созданы три сорта ярового рапса 00-типа с улучшенным качественным составом семян и кормовой массы: высокопродуктивный СибНИИК 21 и скороспелый СибНИИК 198 (Автор: Осипова Г.М.) и Сибирский (Авторы: Осипова Г.М., Познахарева О.А., Потапов Д.А. и др.) [5]. Создан сорт 000-типа СибНИИК 32 (автор Д.А. Потапов). Урожайность семян составляет 19,0 ц/га, максимальная – 32 ц/га, зеленой массы – 338,3 ц/га. Содержание жира в семенах в среднем – 47,8, белка – 26,9%. Предназначен для использования на пищевые и кормовые цели.

Методом многократного индивидуального отбора создан сорт редьки масличной Сибирячка (авторы: Полюдина Р.И., Потапов Д.А., Харчевников В.В., Сорокина Г.Н.). Средняя урожайность зеленой массы – 336 ц/га, семян 12,3 ц/га. Облиственность 41–59%. Предназначен для кормового и сидерального использования.

Значительные успехи достигнуты в селекции зернобобовых культур. Впервые в Сибири селекционером В.Е. Гориным был создан уникальный скороспелый высокоурожайный (до 28 ц/га зерна) сорт сои СибНИИК 315, допущенный к возделыванию в пяти регионах РФ и Казахстане [6]. Созданы новые сорта сои Горинская [7] (авторы: Балыкина Н.В., Железнов А.В., Кашеваров Н.И., Кашеварова Н.Н., Полищук А.А.) и СибНИИК 9 (авторы: Рожанская О.А., Полюдина Р.И., Железнов А.В.) полученные путём гибридизации и γ- мутагенеза.

Совместно с Алтайским НИИСХ ФАНЦА создан новый сорт кормовых

бобов Сибирские с урожайностью зеленой массы 240–375 ц/га, семян до 50 ц/га [8]. Авторы: Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Кашеварова Н.Н., Полищук А.А. Шукис Е.Р. и др.

Сорт яровой мягкой пшеницы Баганская 95 создан методом индивидуального отбора. Авторы: Тарасов А.С., Куркова С.В. (СФНЦА РАН), Гончаров П.Л., Лубнин А.Н. (СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН). Урожайность зерна 28,5 ц/га, содержание клейковины в муке 25,4–26,7%.

Новый сорт яровой мягкой пшеницы Баганочка создан методом межвидовой сложной гибридизации с последующим индивидуальным отбором в СФНЦА РАН совместно с СибНИИРС – филиалом ИЦиГ СО РАН. Сорт в 2023 г. включен в Государственный реестр по Западно-Сибирскому региону. Сорт среднеранний, урожайность зерна 25,4 ц/га, содержание сырого протеина 29,5%. Авторы: Куркова С.В., Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Гончаров Н.П., Немцов Б.Ф. и др. [9].

Сорт яровой мягкой пшеницы Сибирячка создан методом внутривидовой гибридизации совместно с НИИСХ Северного Зауралья – филиал Тюменского НЦ СО РАН. Сорт среднеспелый, урожайный, пластичный, устойчивый к полеганию, выносливый к распространенным патогенам и с высококачественным зерном; урожайность зерна 25,4 ц/га. Авторы: Куркова С.В., Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Новохатин Б.В. и др.

Перспективы деятельности селекционного центра СФНЦА РАН связаны с дальнейшей разработкой инновационных технологий создания селекционного материала и новых сортов кормовых культур, адаптированных к условиям Сибири и других регионов России и сопредельных государств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформатех», 2023. – 631 с.
2. Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Рожанская О.А., Железнов А.В. Селекция эспарцета (*Onobrychis* Mill.) для кормопроизводства Сибири // Кормопроизводство, 2013. – № 9. – С. 22–24.
3. Полюдина Р.И. Клевер в Сибири / СФНЦА РАН. Новосибирск, 2017. – 348 с.
4. Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Балыкина Н.В., Штаус А.П. Суданка в кормопроизводстве Сибири / Под ред. Н.И. Кашеварова. Новосибирск, 2004. 224 с.
5. Осипова Г.М., Потапов Д.А. Рапс (Особенности биологии, селекция в условиях Сибири и экологические аспекты использования) / Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2009. 132 с.
6. Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Потапов Д.А. Селекция сои в Сибирском НИИ кормов СФНЦА РАН // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – №.8. – С. 28-32 doi: 10.24411/0235-2451-2020-10804.
7. Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Потапов Д.А. Сорт сои Горинская // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т.51. №5. С. 36-46.
8. Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Полищук А.А. и др. Кормовые бобы Сибирские // Кормопроизводство, 2008. – №4. – С. 20–21.
9. Немцев Б.Ф., Немцев А.Б., Полюдина Р.И., Куркова С.В. Новый сорт яровой

УДК 631.527:633.853

РЕЗУЛЬТАТЫ ПО СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО РАПСА (*BRASSICA NAPUS* L.) И РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ (*RAPHANUS SATIVUS* L. VAR. *OLEIFERA*.) В СИБИРСКОМ НИИ КОРМОВ СФНЦА РАН

Д.А. Потапов

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия

E-mail: potapov.dmytry@yandex.ru

Яровой рапс, благодаря своим биологическим особенностям, может успешно возделываться во всех сельскохозяйственных регионах Сибири. Сочетая высокую потенциальную урожайность с высоким содержанием белка и масла в семенах, он является одним из важных источников пополнения дефицита пищевого масла и кормового белка. В настоящее время в производстве возделываются двухнулевые (безэруковые и низкоглюкозинолатные) сорта рапса. Создание сортов 000-типа (безэруковых, низкоглюкозинолатных и желтосемянных) позволит этой культуре подняться на более высокий качественный уровень и серьезно конкурировать с соей. Семена рапса с желтой окраской имеют более тонкую оболочку, содержат больше белка, масла и меньше сырых волокон, в сравнении с черноокрашенными семенами [1, 2]. Созданные отечественными и зарубежными исследователями формы генетически нестабильны по третьему нулю и уступают 00-сортам по семенной продуктивности, устойчивости к вредителям, болезням и неблагоприятным факторам среды [3].

Первый отечественный сорт ярового рапса был создан в 1980 г. на Ужурской опытной станции (бывший Восточно-Сибирский отдел СибНИИ кормов СФНЦА РАН) [1]. В настоящее время СФНЦА является оригинатором пяти сортов этой культуры: СибНИИК 198, СибНИИК 21, Надежный 92 и Дубравинский скороспелый. В 2017 г. в Государственный реестр селекционных достижений включен высокоурожайный раннеспелый сорт 00-типа Сибирский. Продолжительность вегетационного периода на 4-11 дней короче, чем у стандарта. Урожайности семян – 18-21 ц/га.

Селекционная работа по созданию 000-форм ярового рапса ведется в институте с 1987 г. К настоящему времени с использованием методов отдаленной гибридизации, инбридинга, *in vitro* и отборов на сортах, полученных с привлечением различных видов рода *Brassica*, созданы перспективные формы и сорт ярового рапса 000-типа.

В пределах вида *Brassica napus* L. нет желательных желтосемянных

генотипов [1-3]. Поэтому одним из методов создания исходного материала является межвидовая гибридизация в пределах рода *Brassica*, а также отдаленная гибридизация с представителями рода *Sinapis*, имеющих светлую окраску семенной оболочки. Было проведено 62 комбинаций скрещиваний между видами родов *Brassica* и *Sinapis*. Яровой рапс был представлен растениями инбредных линий, дифференцированных по основным хозяйственным и морфобиологическим признакам и свойствам, и сортов. Из 3560 опыленных цветков образовали стручки и завязали семена 1116 цветков, что составило 31%. Всего получено 21 959 гибридных семян F_1 . Успех отдаленных скрещиваний в значительной степени определялся родственными связями видов рода *Brassica* согласно схеме Nagaharu U [4, 5]. Так, наибольшее количество выполненных семян в стручке получено при скрещивании рапса и сурепицы, горчицы сарептской и рапса.

Созданные отдаленные гибриды со светлой окраской оболочки семян, были включены в селекционный процесс для доработки методом инбридинга в сочетании с отборами. Селекционное изучение этих форм, подвергнутых давлению отбора при строгом самоопылении растений, в сравнении с черносемянными образцами показало, что среди образцов с желтой окраской оболочки семян можно отобрать линии, существенно превышающие последние по ряду хозяйственно важных признаков [3]. Подтверждением этому служат результаты изучения, полученные на созданных нами желтосемянных формах ярового рапса в конкурсных питомниках в сравнении с черносемянным сортом СибНИИК 198, включенным в Госреестр, в том числе и по Западно-Сибирскому региону. Среди этих форм, селекционный номер СНК-32 достоверно превышал сорт СибНИИК 198 по урожайности семян, зеленой массы, и содержанию сырого жира в семенах.

Урожайность семян в среднем за 2017–2019 гг. составила 19,0 ц/га, что выше стандартного сорта СибНИИК 198 на 19%. Средняя урожайность зеленой массы – 338,3 ц/га, сорта СибНИИК 198 – 297,2 ц/га. Вегетационный период от полных всходов до созревания 95 дней, относится к среднеспелой группе. Окраска семядолей зеленая, листьев — темно-зеленая. Растение полусомкнутое, высотой 114 см (табл. 1). Стебель, лист, цветок — типичные для рапса. Высота прикрепления нижней ветви 17 см, нижних стручков 54 см. Число стручков на одном растении 190. Растрескиваемость стручков очень слабая. Количество семян в стручке 27-34, масса семян с одного растения 14,5 г. Семена округло-шаровидные, масса 1000 семян 4,93 г. Отличительная особенность этого сорта — светлая окраска оболочки семян, которая варьирует от желтой до светло-коричневой и коричневой, оставаясь в пределах светлой. Содержание жира в семенах в среднем за 2017-2019 гг. 47,8, белка — 26,9%. Сорт безэруковый, содержание глюкозинолатов в обезжиренном остатке 11,5 мкмоль/г.

Таблица 1 – Параметры нового сорта ярового рапса СибНИИК-32

Признак	СибНИИК-32	%, ± к стандарту
Урожайность семян, ц/га	19,0	119*
Вегетационный период, дни	95	4*
Урожайность зеленой массы, ц/га	338,3	114*
Сбор жира, ц/га	9,1	128*
Содержание жира в семенах, %	47,8	3,3

Таким образом, в результате использования комплекса методов: отдаленной гибридизации, инбридинга и отборов создан безэруковый, низкоглюкозинолатный, светлосемянный сорт ярового рапса СибНИИК-32, включенный в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Западно- и Восточно-Сибирскому регионам. СибНИИК-32 превышает стандарт по урожайности семян, зеленой массы и сбору жира соответственно на 19, 14 и 28%. Сорт отличается светлой окраской оболочки семян.

Впервые в условиях Сибири методом многократного индивидуального отбора из сорта Тамбовчанка создан сорт редьки масличной Сибирячка. Он включен в Государственный реестр селекционных достижений по Российской Федерации с 2018 г. Средняя урожайность зеленой массы за годы испытания составила 336,3 ц/га, семян – 12,3 ц/га (табл. 2). Сорт скороспелый, продолжительность вегетационного периода от посева до созревания семян 89-101 день. Сорт предназначен для кормового и сидерального использования.

Таблица 2 – Параметры нового сорта редьки масличной Сибирячка

Параметр	Сибирячка	% к ст.
Урожайность семян, ц/га	12,3	123*
Урожайность зеленой массы, ц/га	336,3	109*
Урожайность сухого вещества, ц/га	41,5	108*
Высота растения, см	78,0	107
Масса 1000 семян, г	11,3	100
Вегетационный период, дни	96	0
Жир, %	33,0	-0,2
Протеин, %	28,0	+0,7

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осипова Г.М., Потапов Д.А. Рапс (Особенности биологии, селекция в условиях Сибири и экологические аспекты использования) / Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2009. – 132 с.
2. Somers D., Rakow G., Prabhu V., Friesen K. Identification of a major gene and RAPD markers for yellow seed coat colour in Brassica napus // Genome. – 2001. – V. 44, №6. – P. 1077–1082.
3. Potapov D.A., Osipova G.M. Approaches to the efficient use and to increase the diversity of genetic resources for the development of prospective breeding materials of yellow-seeded Brassica napus L. for conditions of Siberia // Oilseed crops. – 2005. – V. 26. – №2. – P. 335–348.
4. U N. Genome analysis in Brassica with special reference to the experimental

formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. // Japanese J. Bot. – 1935. – N. 7. – P. 398–452.

5. Осипова Г.М., Потапов Д.А. Гибринологический анализ окраски оболочки семян у ярового рапса // Сиб. вестник с.-х. науки. – 2015. – № 4. – С. 32–38.

УДК 631.46:631.85

ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНОЙ ДОЗЫ УДОБРЕНИЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПШЕНИЦЫ И БАЛАНСА ФОСФОРА В ПОЧВЕ В УСЛОВИЯХ 2024 Г.

А.Г. Рахленко, аспирант

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН СибНИИ кормов)

Введение. Как известно, основным источником фосфора для с.- х. производства являются полезные ископаемые (фосфоритные руды), 60% запасов которых может быть исчерпано к 2100 году; при этом, мировой спрос на с.-х. продукцию с 2005 по 2050 год может увеличиться на 100–110% [1-3]. Для поддержания глобальной продовольственной безопасности, потребуются дальнейшая интенсификация аграрного сектора экономики. Соответственно возрастет потребность в фосфорных удобрениях, вследствие чего станет выраженной тенденция к увеличению затрат на удобрения [4]. В этих условиях для поддержания прибыльности сельского хозяйства крайне важно повысить эффективность использования фосфорных удобрений [5].

В мире базовым критерием при применении фосфорных, как и других, удобрений является высокая эффективность их использования растениями. То есть стоимость удобрений должна окупаться прибавкой урожая. В этом контексте последние годы идет интенсивный поиск по определению оптимальных доз фосфорных удобрений в зависимости от вида культуры, особенностей почвенно-климатических и агротехнических условий [6]. При этом авторы признают, что экономически оптимальные дозы удобрений позволяют смягчить остроту ряда экологических проблем [3,7,8].

Цель исследования – в условиях 2024 г. определить оптимальную дозу фосфорного удобрения для обеспечения урожайности пшеницы и бездефицитного баланса фосфора в почве.

Объекты и методы исследования

Работа выполнена в полевом опыте СФНЦА РАН на черноземе выщелоченном среднесуглинистом, среднегумусном в Центральной лесостепи Приобья (54° 53' 13,5" с.ш. и 82° 59' 36,7" в.д.). Севооборот: пар-пшеница-пшеница; повторность опыта 4-х кратная, длина делянки 18 метров, ширина - 3,6 м. Расположение делянок одноярусное. Фон зяблевой обработки почвы – вспашка на глубину 25-27 см. Яровая пшеница сорта Новосибирская 31 возделывалась по интенсивной технологии (гербициды

против двудольных и однодольных сорняков в посевах пшеницы, ретардант ЦеЦеЦе 1 л/га в кущение, фунгицид в колошение). В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру (34,4% N) , фосфорного – аммофос (12% N, 52 P₂O₅). Удобрения вносили сеялкой СЗП-3.6 под предпосевную культивацию. Схема внесения удобрений представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема внесения удобрений в расчете на 1 га севооборотной площади

Культура	У0	У1	У2	У3	У4
Чистый пар	Удобрения не вносятся				
1 пшеница по пару	P0	P0	P30	P60	P60
2 пшеница по пару	N0	N60	N60	N60	N60 P60
В среднем на 1 га севооборотной площади	N0P0	N20P0	N20P10	N20P20	N20P40

Определяли стартовые (весной, перед посевом зерновых культур) запасы влаги термостатно-весовым метод (ГОСТ 28268-89) и нитратного азота усовершенствованным дисульфифеноловым методом в 0,2 н K₂SO₄ вытяжке при соотношении почва-растворитель 1:5 [13]. Определения выполнены на делянках опыта без внесения удобрений, повторность 3-кратная. Глубина отбора – до 100 см, через каждые 10 см.

В почве подвижный фосфор определяли по Чирикову (ГОСТ 26204–91) и по Карпинскому-Замятиной, в растениях - вандолибденовым методом по Пиневиц в модификации Куркаева [13]. Баланс фосфора в почве рассчитали как разность между суммами приходных и расходных статей его поступления, по методике расчета хозяйственного баланса элементов питания [14].

Урожай зерна яровой пшеницы учитывали прямым комбайнированием с помощью селекционного комбайна. Статистическую обработку результатов исследования выполнили с помощью пакетов программ «Снедекор» [15] и Statistica 6.0.

Результаты исследований

Характеристика гидротермических условий 2024 г. За период май – август выпало 395 мм осадков (185% нормы), июнь – июль – 193 мм (166% нормы). По величине ГТК Селянинова за июнь – июль (1,58) и май-август (1,78) погодные условия 2024 г. можно охарактеризовать как избыточно увлажненные (таблица 2).

В 2024 г. средняя температура воздуха в июне, июле и августе была выше нормы на 2,5; 2,3 и 2,2 °С, соответственно. Сумма температур >10°С в июне-июле составила 1247 °С в мае-августе 2085 °С (примерно на 10% выше среднемноголетних значений), что свидетельствует о хорошей теплообеспеченности вегетационного периода пшеницы. Осадки августа (133

мм) и сентября (66 мм) существенно усложнили условия уборки яровой пшеницы. Ливневые осадки сопровождались шквалистым ветром, что привело к полегам посевов пшеницы. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см перед посевом пшеницы, были хорошими (более 160 мм).

Стартовые запасы нитратного азота в слое почвы 0–40 см в посевах: пшеницы по пару были высокими; пшеницы по пшенице низкими. Стартовые запасы N–NO₃ в 0-100 см слое в посевах 2-й пшеницы по пару после засушливого 2023 г. были высокими (111 кг/га), после чистого черного пара составили 169 кг/га.

Таким образом, основными факторами, лимитирующим урожайность в посевах яровой пшеницы являлись избыточное увлажнение в августе-сентябре (в период налива и созревания пшеницы) и относительно низкое содержание нитратного азота в почве в 0-40 см слое почвы в посевах 2-ой пшеницы по пару (по зерновому предшественнику) .

Продуктивность зернопарового севооборота при различных дозах внесения фосфорного удобрения в условиях в 2024 г. Урожайность, в пересчете на стандартную влажность и чистоту пшеницы, в севообороте представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние уровня внесения удобрений на урожайность пшеницы в севообороте, 2024 г. ,т/га (севооборот пар-пшеница -пшеница)

Вариант (доза удобрений в кг д.в. /га севооборота)	1-ая пш. по пару	2-ая пш. по пару		Среднее по фактору «доза удобрений»	
		Урожайность	Прибавка	Урожайность	Прибавка
Контроль (N0P0)	2,80	2,83	-	2,81	-
У1 (N20P0)	3,04	3,22	0,39	3,13	0,32
У2 (N20P10)	3,28	3,46	0,63	3,37	0,56
У3 (N20P20)	3,12	3,40	0,57	3,26	0,45
У4 (N20P40)	3,07	3,41	0,58	3,24	0,43
	HCP ₀₅ =0,20	HCP ₀₅ =0,19			HCP ₀₅ =0,14
Среднее по фактору «культура севооборота», HCP ₀₅ = 0,17	3,06	3,26			

HCP₀₅=0,39 (для частных средних)

По результатам уборки комбайном, в среднем по вариантам опыта урожайность 2-ой пшеницы по пару (3,26 т/га) в целом была выше, чем 1-ой пшеницы по пару (3,06 т/га). Этот факт связан с неблагоприятными условиями уборки в переувлажненном 2024 г. Во-первых в посевах 1-ой пшеницы по пару наблюдалось полегание растений на всех вариантах опыта (в фазу цветения пшеницы, после ливневых осадков 28.07.2024 г.), в посевах 2 пшеницы по пару полегание (после ливневых осадков 10.08.2024 г.) не отмечалось. Во-вторых фаза полной спелости пшеницы наступила 25.08.2024 г., а уборка 2-ой пшеницы была осуществлена 02.09.2024 г. (влажность зерна

17-18%), 1-ой пшеницы по пару 12.09.2024 (влажность зерна 24-26%). Фактически у полеглих посевов 1-ой пшеницы по пару наблюдалось высокая влажность зерна, прорастание зерна в колосе и соответственно были высокие потери при уборке пшеницы. Так же после засушливого 2023 г. в 0-100 см слое почвы оставалось достаточно высокие запасы (111 кг/га) нитратного азота по зерновому предшественнику.

В среднем по двум полям севооборота урожайность яровой пшеницы на фоне У1 (внесение азотного удобрения N60 под вторую пшеницу по пару), была на 11% выше чем на контроле. В вариантах опыта с внесением фосфорного удобрения (на фоне азота), независимо от их дозы, урожайность повышалась на 15-20%. То есть, в условиях вегетационного периода 2024 г. дозы фосфора более 10 кг P₂O₅/ га были избыточными.

Баланс фосфора в зерновом агроценозе, сложившийся в условиях 2024 г. Ниже приведены таблицы, отражающие ход расчета баланса фосфора в агроценозе (Таблицы 3-5).

Таблица 3 – Величина надземной биомассы пшеницы и концентрация фосфора в ней

Вариант (доза удобрений)	Надземная биомасса, т/га				Концентрация P ₂ O ₅ , %			
	1-ая пш. по пару		2-ая пш. по пару		1-ая пш. по пару		2-ая пш. по пару	
	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома
Контроль (N0P0)	2,80	3,86	2,83	4,64	0,98	0,10	1,03	0,10
У1 (N20P0)	3,04	4,20	3,22	4,57	0,98	0,10	1,03	0,14
У2 (N20P10)	3,28	4,20	3,46	4,78	1,03	0,11	1,12	0,14
У3 (N20P20)	3,12	4,42	3,40	4,84	1,02	0,12	1,12	0,14
У4 (N20P40)	3,07	4,35	3,41	4,75	1,03	0,11	1,12	0,14

Таблица 4 – Вынос фосфора надземной биомассой пшеницы

Вариант (доза удобрений)	Вынос P ₂ O ₅ надземной биомассой, кг/га					
	1-ая пш. по пару		2-ая пш. по пару		1-ая пш. по пару	2-ая пш. по пару
	с зерном	с соломой	с зерном	с соломой		
Контроль (N0P0)	27,6	8,8	29,3	10,6	36,4	39,9
У1 (N20P0)*	30,0	9,6	33,2	14,6	39,6	47,8
У2 (N20P10)	33,8	10,6	38,8	15,3	44,4	54,1
У3 (N20P20)	31,8	12,2	38,1	15,5	43,9	53,6
У4 (N20P40)	31,6	11,0	38,2	15,2	42,6	53,4

* в кг д.в. /га севооборота

В результате учета соотношения поступления элемента и отчуждения его из агроценоза установлено, что бездефицитный баланс фосфора в

условиях 2024 г. достигался при дозе удобрений N20P20. Доза удобрений N20P40 была избыточной (табл. 5).

Таблица 5 Баланс фосфора в агроценозе

Вариант (доза удобрений)	Компоненты баланса				Сальдо баланса P ₂ O ₅ , кг/га		
	1-ая пш. по пару		2-ая пш. по пару		1-ая пш. по пару	2-ая пш. по пару	на 1 га севобор отной площад и
	поступл ение	отчуж дение	поступ ление	отчуж дение			
Контроль (N0P0)	2,2	27,6	2,2	29,3	-25,4	-27,1	-17,5
Y1 (N20P0)*	2,2	30,0	2,2	33,2	-27,8	-31,0	-19,6
Y2 (N20P10)	32,2	33,8	2,2	38,8	-1,6	-36,6	-12,7
Y3 (N20P20)	62,2	31,8	2,2	38,1	30,4	-35,9	-1,8
Y4 (N20P40)	62,2	31,6	62,2	38,2	30,6	24,0	18,2

Таким образом, для окупаемости удобрений урожай в условиях 2024 г было достаточно внести фосфорные удобрения в дозе P10. При этом эта доза не обеспечивала бездефицитный баланс элемента, то есть не предотвращала истощение запасов фосфора в почве, что может позже привести к экономическим потерям. Для соблюдения равновесия необходимо вносить дозу P20. Доза P40 была экономически не обоснованной и экологически опасной из-за возможности потерь элемента из агроценоза.

Выводы.

1. С точки зрения продуктивности пшеницы в условиях вегетационного периода 2024 г. дозы фосфорного удобрения выше 10 кг P₂O₅/ га были избыточными.

2. Доза удобрения N20P20 обеспечивала бездефицитный баланс фосфора в агроценозе за ротацию севооборота.

3. Доза N20P40 была избыточной как с точки зрения урожайности, так и баланса фосфора в агроценозе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Van Vuuren, D.P., Bouwman, A.F., Beusen, A.H. Phosphorus demand for the 1970–2100 period: a scenario analysis of resource depletion //Global Environ. Change. 2010. 20 (3). P. 428–439. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.04.004>.
2. Yu X., Keitel C., Dijkstra F.A. Global analysis of phosphorus fertilizer use efficiency in cereal crops// Global Food Security. 2021. 29. 100545. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100545>
3. Gu Yu, Ros G.H., Zhu Q, Zheng D., Shen J., Cai Z., Xu M., de Vries W. Responses of total, reactive and dissolved phosphorus pools and crop yields to long-term fertilization //Agriculture, Ecosystems & Environment. 2023.V.357.108658. DOI:10.1016/j.agee.2023.108658 (определение достаточного и избыточного уровня содержания P; про динамику потребления фосфора в мире)
4. Li B., Ng S.J., Han J –C., Li M., Zeng J., Guo D., Zhou Y, He Z., Wu X., Huang Y. Network evolution and risk assessment of the global phosphorus trade//Science of The Total Environment. 2023.V.860, 20, 160433 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160433>

5. Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., Befort, B.L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture // Proc. Natl. Acad. Sci. Unit. States Am. 2011. 108 (50), 20260–20264. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>
6. Jagdeep-Singh, Gobinder-Singh, Gupta N. Balancing phosphorus fertilization for sustainable maize yield and soil test phosphorus management: A long-term study using machine learning//Field Crops Research. 2023.V.304.109169. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109169>
7. Hu W., Li C-h, Ye C., Wang J., Wei W-w, Deng Y. Research progress on ecological models in the field of water eutrophication: CiteSpace analysis based on data from the ISI web of science database// Ecological Modelling. 2019. V.410. 108779 <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.108779>
8. Кирюшин В.И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования //Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 3. С. 19-25.
9. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. М.: РАН, 2019. 328 с.

УДК 551.58:502/504 (470..40/.43)

ТЕНДЕНЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т.А. Садохина, канд. с.-х. наук

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (СибНИИ
кормов), г. Новосибирск, Россия*

В условиях северной лесостепи Западной Сибири наблюдения по изменению параметров климата проводились на метеостанции «Огурцово», расположенной около стационаров СибНИИ кормов СФНЦА РАН. Проведенный анализ 50-летних наблюдений за динамикой погодных условий на агрометеорологической станции «Огурцово» позволил выявить сложившиеся в данной зоне Западной Сибири тенденции изменений температуры воздуха, количества осадков, ГТК (гидротермический коэффициент), повторяемости засух разной интенсивности, изменившуюся продолжительность безморозного периода и других условий, влияющих на длину вегетационного периода и урожайность сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы исследований. Анализ изменения климата за период с 1970 по 2022 г. был проведен по данным агрометеорологической станции «Огурцово», которая расположена в типичных природных условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Для измерения температуры и количества осадков использовали общепринятые методики.

Регрессионный анализ показал, что среднегодовая температура воздуха в лесостепной зоне Западной Сибири в период с 1970 по 2022 г. повышалась на 0,40 °С за каждые последующие 10 лет, или на 2,1 °С за анализируемый период (рисунок 1).

Более значимое ежегодное повышение температуры отмечено в период

с 2011 по 2022 г. – на 0,062 °С в сравнении с 1970–1990 гг. – на 0,028 °С. Аналогичные данные получены Е.В. Харюткиной (2019), на территории Томской области, где среднегодовой тренд повышения температуры составил 0,36 °С/10 лет в течение периода с 1985 по 2014 г.

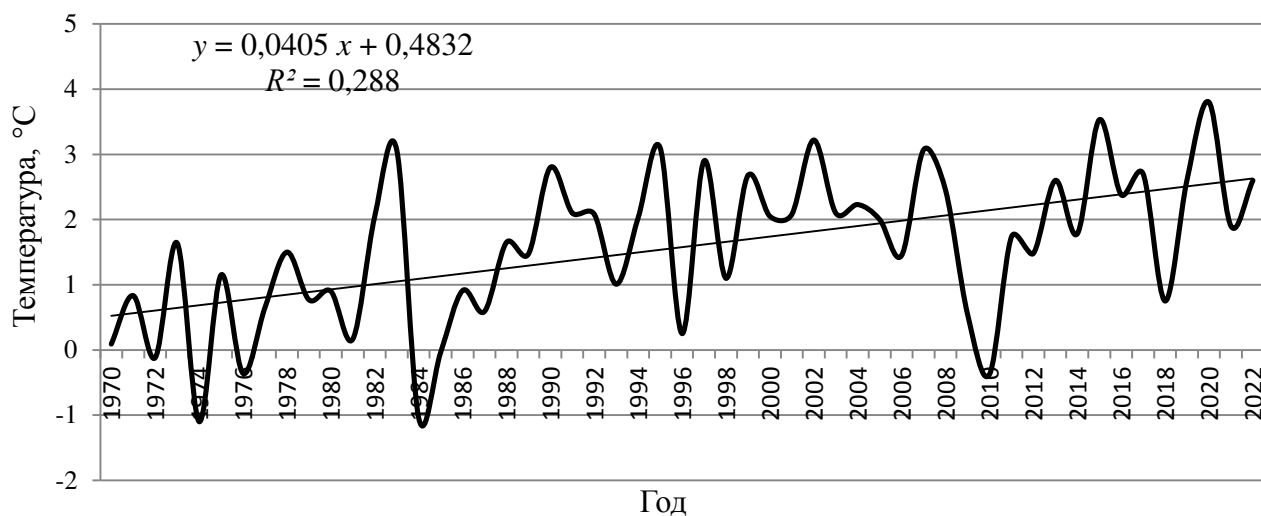


Рисунок 1 – Изменение среднегодовой температуры воздуха в лесостепной зоне Западной Сибири в период с 1970 по 2022 г. АМС «Огурцово»

Анализ дат перехода температуры воздуха через 0 °С весной и осенью показал, что в лесостепной зоне Западной Сибири увеличилась продолжительность этого периода на 5–8 дней. С 1995 по 2022 г., продолжительность безморозного периода в сравнении с 1970–1979 гг. увеличилась на 12 дней, из-за более ранних весенних и поздних осенних заморозков (рисунок 2).

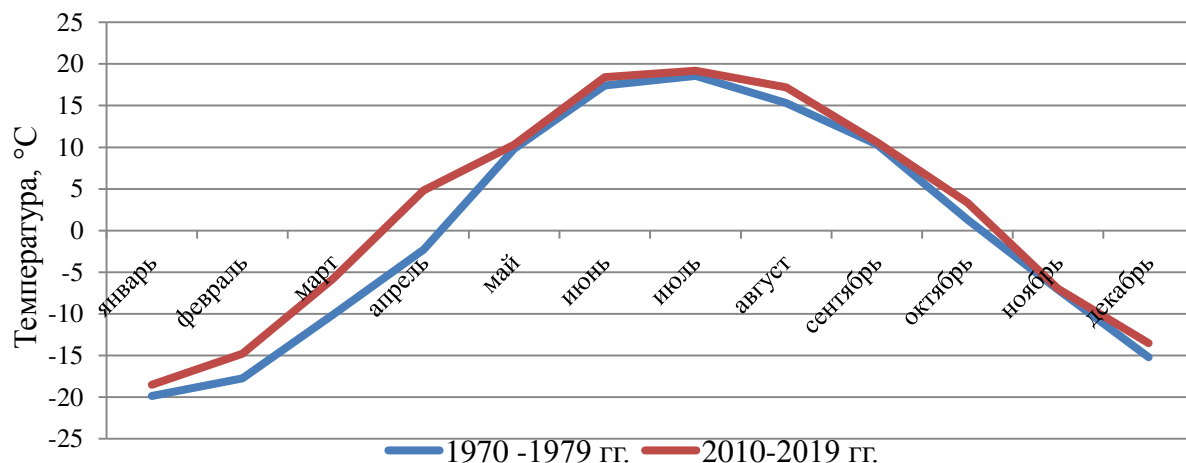


Рисунок 2 – Среднемесячная температура воздуха за 10-летние периоды 1970–1979 гг. и 2010–2019 гг. АМС «Огурцово»

Вследствие повышения температуры первых четырех месяцев года восходящая ветвь кривой периода с 2010 по 2019 г. заметно смещена вверх, тогда как нисходящая ветвь кривой годового хода температур изменилась не

так значительно, с увеличением в августе и октябре. Соответственно, увеличилась продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха, превышающей 0 °С и 5 °С, в меньшей степени – продолжительность периодов со среднесуточной температурой, превышающей 10 °С, продолжительность периода с температурой 15 °С остается практически без изменений.

В последние десятилетия произошло значительное увеличение количества осадков. Этот прирост, по разным источникам, оценивается в 5–10 мм за десятилетие на фоне значительной межгодовой изменчивости и региональной неоднородности (Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации 2022). При этом, по мнению Г.А. Романенко (2009), наиболее влагообеспеченными были 80–90-е годы XX столетия на большинстве территорий РФ. Анализ показал, что в лесостепной зоне Западной Сибири в период с 1970 по 2022 г. годовое количество осадков увеличивалось на 4,98 мм каждые последующие 10 лет (рисунок 3). Сумма среднегодовых осадков в анализируемом периоде увеличилась с 431 мм в 1970–1979 гг. до 462 мм в 2010–2019 гг. (на 32 мм 7,5%). В среднем за каждое последующее 10-летие их количество возрастало на 6,2 мм.

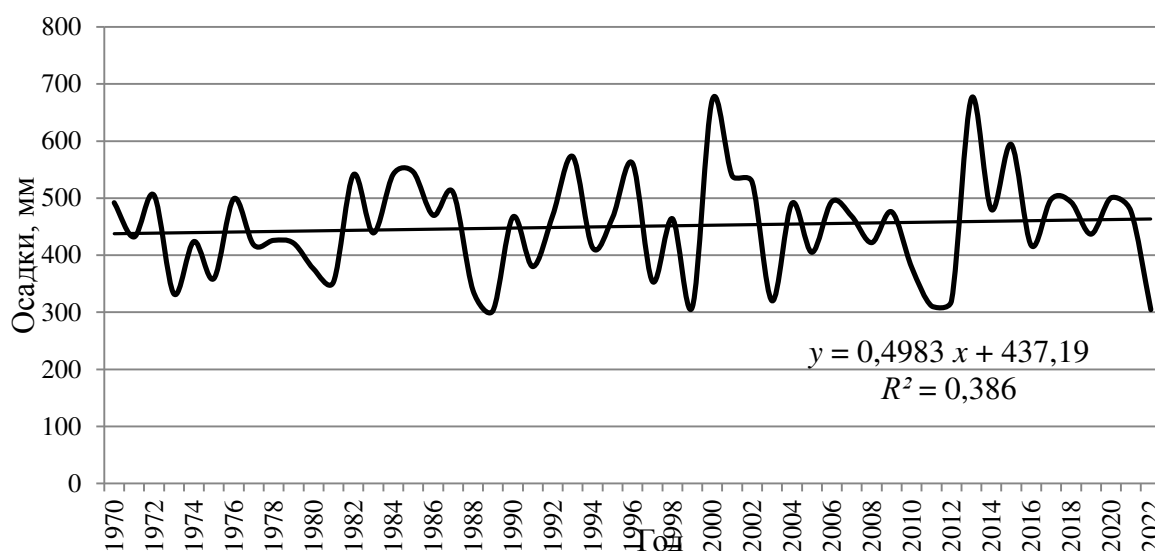


Рисунок 3 – Изменение среднегодового количества осадков в период с 1970 по 2022 г. в лесостепной зоне Западной Сибири. АМС «Огурцово»

В зимний период увеличение осадков произошло, в основном, за счет осадков ноября (на 27%) и декабря (40%) (таблица 3.2). В период с 2010 по 2019 гг. наблюдалось уменьшение общего количества осадков во все месяцы холодного периода (на 12 мм), кроме ноября и марта. В дальнейшем количество осадков увеличилось, при этом в ноябре и марте рост начинается уже с 2000 года (приложение 2).

Таблица Изменение количества осадков (мм) за десятилетние периоды с 1970 по 2019 г. в лесостепной зоне Западной Сибири. АМС «Огурцово»

Период года	Десятилетний период				
	1970-1979 гг.	1980-1989 гг.	1990-1999 гг.	2000-2009 гг.	2010-2019 гг.
Май-июнь	92,7	85,5	87,6	99,4	84,2
Май-сентябрь	263	249	265	265	257
Сентябрь-апрель	200	230	238	245	255
Декабрь-февраль	62	64	76	81	69
Сентябрь-август	431	443	446	476	462

Выводы. Таким образом, анализ многолетних метеорологических наблюдений на территории лесостепной зоны Западной Сибири за период с 1970 по 2022 г. свидетельствует: о ежегодном повышении температуры воздуха на 0,40 °С, повышении температуры воздуха зимних месяцев на 2,0 °С, смещении дат перехода через 0 °С на более ранний период весной и более поздний осенью – на 12 дней, увеличении среднегодового количества осадков (7,5%), увеличении количества осадков зимнего периода за счет осадков ноября (27%) и декабря (40%), снижении суммы осадков в июне (18%) и августе (20%).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Харюткина Е.В. Тенденции изменения экстремальности климата Западной Сибири в конце XX – начале XXI веков Харюткина Е.В., Логинов С.В., Усова Е.И., Мартынова Ю.В., Пустовалов К.Н. Фундаментальная и прикладная климатология. 2019. Т. 2. С. 45-65. DOI: 10.21513/2410-8758-2019-2-45- 65.
2. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации Общее резюме. – СПб.: Научные технологии, 2022. – 124 с.
3. Романенко Г.А. Устойчивость земледелия и риски в условиях изменения климата: Резюме коллективной монографии / Г.А. Романенко, А.Л. Иванов, А.А. Завалин [и др.]; под ред. Иванова А.Л., Ускова И.Б. – СПб, 2009. – 96 с.

В.А. Соколов, П.А. Панихин

*Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН,
630090, Россия, Новосибирск, просп. акад. Лаврентьева 8/2,
e-mail: sokolov@mcb.nsc.ru*

Введение. Уникальное свойство гамаграсса – способность произрастать в широком ареале агроэкологических и климатических условий, а также высокие урожаи сена (до 13 т/га), обладающего близкой к люцерне фуражной ценностью, сделали его весьма востребованной культурой в США. В настоящее время там возделывается более 10 коммерческих сортов этого растения (<https://extension2.missouri.edu/g4671>). Во многом благодаря его широкому использованию решены многие проблемы кормопроизводства и пастбищ для крупного рогатого скота (Horner *et al.*, 1985; Coblenz *et al.*, 2010; Burns *et al.*, 1992). Продолжительное время гамаграсс привлекает исследователей как источник генов устойчивости для кукурузы, поскольку, являясь ее отдаленным сородичем, может гибридизоваться с ней и передавать ценные признаки устойчивости к биотическим и абиотическим факторам (Eubanks, 2000; Eubanks, 2006). В лаборатории цитологии и апомиксиса растений ИМКБ СО РАН (до 2009 года лаборатория входила в состав ИЦиГ СО РАН) впервые в мире были получены апомиктичные гибриды кукурузы с гамаграссом (Белоусова и др., 1972). Эта работа проводилась с целью закрепления гетерозиса. В результате проведенных исследований было показано, что признак бесполосеменного размножения контролируется большим пулом генов и для его экспрессии необходимо присутствие 9 определенных хромосом дикого родителя (Белова и др., 2010). Наличие у гибридов значительного количества генетического материала от гамаграсса сопровождается экспрессией нежелательных признаков – многостебельность, малая величина початков и полная мужская и частичная женская стерильность.

В этой связи нами был предложен иной путь гибридизации и получения перспективного селекционного материала. Поскольку гамаграсс дает высококачественный фураж, его гибриды с кукурузой могут сохранить этот признак и при этом быть более продуктивными в расчёте на единицу площади. Путем двухэтапной гибридизации мы создали апомиктичные гибриды, где к 36 хромосомам гамаграсса добавлены два генома кукурузы от линий, участвующих в получении гетерозисных F_1 .

Целью настоящего исследования являлась оценка фуражных качеств у таких гибридов.

Материалы и методы. Фуражные качества исследовали у 56-хромосомных кукурузно-трипсакумных гибридов следующих геномных

составов:

№ 646 – $2n = 56 = [(10Zm \text{ линия } 611 + 36Td) + 10Zm \text{ линия } 573]$;

№ 647 – $2n = 56 = [(10Zm \text{ линия } 573 + 36Td) + 10Zm \text{ линия } 573]$;

№ 648 – $2n = 56 = [(10Zm \text{ линия } 573 + 36Td) + 10Zm \text{ линия } 611]$.

В качестве контроля использовали тетраплоидную белозерную кукурузу с принятым названием Тетраплоид Шумного $2n = 4x = 40$ – № 649. Для исследования отбирали по 10 растений каждого образца в случайном порядке.

Гибридные растения отбирали на стадии вымётывания колоса, тетраплоидную кукурузу – в стадии молочной спелости зерна. Срезанные образцы сушили 30 дней в тени, на открытом воздухе, после чего измельчали. Образцы растительного материала отбирали по правилам для искусственно высушенных травяных кормов. Исследование содержания в образцах сухого вещества и влаги, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, сырой золы, сахара и крахмала, аминокислот было проведено в лаборатории биохимии СибНИПТИЖ СФНЦА РАН. Исследование аминокислот проводилось на аппарате NIRSystems-4500. Анализ спектров образцов осуществлялся в диапазоне 1300-2400 нм с шагом 1 нм и использованием калибровочных уравнений.

Оценку продуктивности зелёной массы кукурузно-трипсакумных гибридов проводили в 2018 году на экспериментальном участке на базе ООО "ИПА "Отбор", пос. Комсомольский, Кабардино-Балкарской республики. Площадь учётного участка составила 633 м^2 на котором произрастало 323 гибрида в 17 рядах с расстоянием между рядами и растениями по 1,4 м.

Статистическую обработку данных проводили используя t-критерий Стьюдента.

Результаты. Результаты биохимического анализа образцов приведены в таблица 1.

Таблица 1. Биохимические показатели образцов, %

№ п/п	Показатель The Indicators	Регистрационный номер The File number			
		646	647	648	649
1	Сухое вещество	97,61	97,42	97,5	97,62
2	Влажность	9,55	9,94	9,44	11,18
3	Сырой протеин	11,23	9,8	10,92	13,84
4	Сырой жир	1,03	0,29	0,83	0,23
5	Сырая клетчатка	28,4	31,03	30,9	20,18
6	Сырая зола	6,62	5,89	5,66	4,72
7	Сахара	13,32	15,82	18,89	12,07
8	Крахмал	0,58	7,2	4,46	27,64
Аминокислоты Amino Acids					
9	Лизин	0,29	0,28	0,33	0,37
10	Лейцин	0,56	0,59	0,67	0,43
11	Изолейцин	0,37	0,35	0,31	0,20

12	Метионин	0,07	0,08	0,05	0,11
13	Цистеин	0,03	0,04	0,03	0,06
14	Фенилаланин	0,49	0,45	0,57	0,38
15	Тирозин	0,32	0,24	0,42	0,31
16	Треонин	0,34	0,32	0,42	0,39
17	Триптофан	0,19	0,23	0,21	0,19
18	Валин	0,52	0,49	0,69	0,60
19	Аспаргин	1,02	0,98	1,25	0,79
20	Серин	0,32	0,25	0,30	0,55
21	Глутамин	0,89	0,86	1,11	1,04
22	Глицин	0,20	0,29	0,32	0,37
23	Аланин	0,43	0,53	0,60	0,45
24	Аргинин	0,34	0,24	0,23	0,35
25	Гистидин	0,18	0,21	0,22	0,15
26	Пролин	0,51	0,63	0,68	0,50

Результаты содержания сухого вещества в исследованных образцах, приведённые в таблице, говорят о не значительных различиях между ними. Более высокая остаточная влажность у образца № 649, возможно, связана с наличием у него початка. Сравнение кукурузы и кукурузно-трипсакумных гибридов показывает превосходство контроля (образец № 649) по 10 показателям: сырой протеин, сырая зола, сырая клетчатка, крахмал и аминокислоты: лизин, метионин, цистеин, серин, глицин, аргинин, причём по пяти показателям контроль показывает абсолютное превосходство – сырой протеин, сырая зола, сырая клетчатка, крахмал и серин. Видимо, такие высокие показатели связаны с фазой уборки кукурузы, а именно, молочной спелостью зерна и наличием крупного початка, тогда как кукурузно-трипсакумные гибриды рис. 1, подвергнутые анализу, имеют скорее колос рис. 2 и их образцы не имели зёрен.



Рис. 1. Растение 56-хромосомного кукурузно-трипсакумного гибрида.



Рис. 2. Колосья 56-хромосомных кукурузно-трипсакумных гибридов.

Из сравнительного анализ образцов видно, что показатели у № 646 и 648 выше, чем у № 647, по 20 параметрам, за исключением крахмала, по которому № 647 преобладает над № 648 с разницей в 1,5 раза, а над образцом № 646 – на порядок, и некоторым аминокислотам: метионину, цистеину и триптофану. Сравнение образцов № 646 и № 648 фиксирует наиболее значительные различия по сырому протеину, сырому жиру, сырой золе, сахару и крахмалу, а также аминокислотам – лейцину, фенилаланину, тирозину, треонину, валину, аспаргину, глутамину, глицину, аланину и пролину.

Таким образом, результаты биохимического исследования показывают, что образцы № 646 и 648 по сумме показателей обладают лучшими фуражными качествами по сравнению с образцом № 647. В то же время совокупно образцы № 646 и 647 превосходят образец № 648 в части зоотехнических показателей, за исключением содержания сырой золы и крахмала, а образец № 648 превосходит образцы № 646 и 647 по большинству аминокислот.

В процессе подготовки все образцы были подвергнуты длительной естественной сушке, при которой у срезанных растений изменяется состав химических компонентов вследствие двух последовательно проходящих процессов: первый – физиолого-биохимический (голодный обмен) во время увядания, второй – биохимический (автолиз) при досушке.

В процессе голодного обмена в ещё живых клетках растений одновременно с потерей воды на дыхание расходуются содержащиеся в клетках сахара, частично разрушается каротин, а также распадается часть белков. Голодный обмен протекает в клетках до тех пор, пока влажность не упадёт до 35-65% и их жизнедеятельность полностью не прекратится. На этапе голодного обмена потери каротина могут достигать 50%, а сахара – 20%. Потери сухого вещества в благоприятную погоду составляют 2-8%, в неблагоприятную – до 15%. В сырую и дождливую погоду этот процесс может растянуться до нескольких суток и тогда потери питательных веществ могут составлять до 50%.

После отмирания растительных тканей физиологические процессы сменяет биохимический процесс (автолиз). В этот период досушки трав дальнейший распад веществ (белка, аминокислот, крахмала, сахаров и т.д.) проходит в мертвых клетках под действием ферментов. На этом этапе потери сухого вещества за сутки в благоприятных условиях сушки травы достигают 4%, а в неблагоприятных – 20%. Распад питательных веществ прекращается, когда влажность трав уменьшится до 17%. Общие потери сухого вещества при естественной сушке могут достигать 35-50% (Павловский и др., 2010).

Одним из видов кормов, заготавливаемых путём естественной сушки, является сено. Нормативные показатели оценки питательности сена приведены в таблица 2 (<http://docs.cntd.ru/document/1200113892>).

Таблица 2. Нормативные требования оценки качества и питательности сена сеянного злакового

Показатели The Indicators	Класс The category		
	1	2	3
Массовая доля сухого вещества, %, не менее	83	83	83
Массовая доля в сухом веществе сена			
Сырого протеина, %, не менее	12	10	8
Сырой клетчатки, %, не более	32	34	36
Сырой золы, %, не более	10	11	12

Сравнение данных зоотехнического анализа образцов кукурузно-трипсакумных гибридов с требованиями, предъявляемыми к качеству и питательности грубых кормов, в частности, сена, наводят на мысль о том, что образцы № 646, 647 и 648 могут быть отнесены к 1-2-му классу сена по содержанию сухого вещества, сырой клетчатки и сырой золы.

Возможное использование гибридов в качестве фуражной культуры требует оценить их теоретическую урожайность, а так же выяснить превосходят ли формы, содержащие гаплоидные наборы родительских кукурузных линий $2n = 56 = [(10Zm \text{ линия } 573 + 36Td) + 10Zm \text{ линия } 611]$ и, таковые, полученные на основе только одной из них $2n = 56 = [(10Zm \text{ линия } 573 + 36Td) + 10Zm \text{ линия } 573]$. Для подсчёта и сравнения использовали выборку из 89 растений вышеобозначенных гибридных комбинации таблица 3.

Таблица 3. Сравнение теоретической урожайности 56-хромосомных кукурузно-трипсакумных гибридов разного геномного состава

Показатели The Indicators	Гибридная комбинация $2n = 56$ Hybrid combination $2n = 56$	
	$[(10Zm \text{ линия } 573 + 36Td) + 10Zm \text{ линия } 573]$	$[(10Zm \text{ линия } 573 + 36Td) + 10Zm \text{ линия } 611]$
Высота растения, см	$228,5 \pm 25,22$	$237,6 \pm 28,48$
Количество стеблей, шт	$18,7 \pm 4,15^*$	$15,2 \pm 2,9$
Масса одного стебля, кг	$0,8 \pm 0,06$	$0,9 \pm 0,16^*$
Масса одного растения, кг	$14,3 \pm 2,9$	$14,0 \pm 2,24$
Теоретическая урожайность ц/га	590 - 891	609 - 841

Являясь кустовым злаком гамаграсс передал признак многостебельности и кукурузно-трипсакумным гибридам, урожайность которых обеспечивается, в основном, листо-стебельной массой. Из таблицы видно, что достоверные различия между гибридными комбинациями по количеству стеблей на растение и массе одного стебля, тем не менее, не дают достоверных различий по массе одного растения. Однако на основании тех же данных можно заключить, что примерно одинаковая масса растения у приведённых гибридных комбинаций формируется либо за счёт количества

подгонов, либо массы одного стебля, соответственно. Таким образом можно предположить, что для гибридной комбинации, несущей в своём составе гаплоидные наборы обеих кукурузных линий, характерно более интенсивное протекание обменных процессов, ведущих к более массивным подгонам.

Практический учёт зелёной массы кукурузно-трипсакумных гибридов проводили в конце сентября-начале октября. Общая масса зелёных частей гибридов на учётном участке составила 4202,23 кг. В пересчёте на гектар площади при той же густоте стояния растений (примерно 5041 растение) продуктивность составит 65583,41 кг.

Выводы

1. Биохимический анализ показал, что контрольный образец (тетраплоидная кукуруза) по некоторым показателям превосходит кукурузно-трипсакумные гибриды, но это, скорее всего, объясняется тем, что он имеет крупный початок и взят в работу на стадии, когда семена были на стадии молочной спелости, тогда, как кукурузно-трипсакумные гибриды в анализируемых образцах зерна не содержали.

2. Сравнение показателей среди группы кукурузно-трипсакумных гибридов позволило установить, что комбинации где присутствуют геномы обоих кукурузных родителей, используемых в гетерозисной селекции (№ 646 и 648), превосходят форму с диплоидным набором хромосом от линии 573 (№ 647).

3. Длительный период естественной сушки без плющения стеблей, видимо, негативным образом сказался на фуражной ценности кукурузно-трипсакумных гибридов. Тем не менее, даже при этом образцы обладают достаточно высокими нормативными качествами, предъявляемыми к грубым кормам, а содержание сырой клетчатки и золы, негативно влияющих на пищеварение крупного рогатого скота, у изученных образцов, даже ниже нормативного.

4. Масса куста кукурузно-трипсакумного гибрида с родительской кукурузной комбинацией формируется за счёт количества подгонов, а с гетерозисной комбинацией - за счёт массы одного подгона. Практическая оценка урожайности кукурузно-трипсакумных гибридов в пересчёте на гектар площади дала выход зелёной массы в 65 т.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Belousova N. I., Lajkova L. I., Fokina E. S. Apomixis in the second and third generations of corn trypsacum hybrids (Apomixis vo втором i tret'em pokolenijah gibrinov kukuruzy s tripsakum) Izvestija Sibirskogo otdelenija AN SSSR – News of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, 1972, no 10, issue 4, pp. 43–45 [in Russian] (Белоусова Н.И., Лайкова Л.И., Фокина Е.С. Апомиксис во втором и третьем поколениях гибридов кукурузы с трипсакум // Изв. Сиб. отд-ния АН СССР. 1972. №10, выпуск 4. С. 43–45).

2. Belova I. V., Tarakanova T. K., Abdyrahmanova E. A., Sokolov V. A. and Panikhin P. A. Chromosome Control of Apomixis in Maize-Gamagrass Hybrids. Russian Journal of Genetics, 2010, Vol. 46, no 9, pp. 1188–1192 [in Russian] (Белова И. В., Тараканова Т. К., Абдырахманова Э. А., Соколов В. А., Панихин П. А. Хромосомный контроль апомиксиса у гибридов кукурузы с гамаграссом // Генетика. 2010. Т. 46. № 9. С. 1188–1192).

DOI: 10.1134/S1022795410090103}.

3. Burns J. C., Fiser D. S., Pond K. R. and Timothy D. H. Diet characteristics, digesta kinetics, and dry matter intake of steers grazing eastern gamagrass. *Journal of Animal Science*, 1992, vol. 70, no 4, pp. 1251–1261. DOI: 10.2527/1992.7041251x.

4. Burson B. L., Voigt P. W., Sherman R. A. and Dewald C. L. Apomixis and Sexuality in Eastern Gamagrass. *Crop Science*, 1990, Vol. 30, no 1, P. 86–89. DOI: 10.2135/cropsci1990.0011183X003000010020x.

5. Coblenz W. K., Jokela W. E., Hoffman P. C. and Bertram M. G. Unique dairy applications for eastern gamagrass forages in central Wisconsin: I. Yield potential. *Agronomy Journal*, 2010, vol. 102, no 6, pp. 1710–1719. DOI: 10.2134/agronj2010.0259.

6. De Wet J. M. J., Harlan J. R., Brink D. E. Systematics of *Tripsacum dactyloides* (Gramineae). *American Journal of Botany*, 1982, vol. 69, no 8. pp. 1251–1257. DOI: 10.2307/2442749.

7. Eubanks M. W. The origin of maize: Evidence for *Tripsacum* ancestry. *Plant Breeding Reviews*, 2000, vol. 20, pp. 15–66. DOI: 10.1002/9780470650189.ch2.

8. Eubanks M. W. A genetic bridge to utilize *Tripsacum* germplasm in maize improvement. *Maydica*, 2006, vol. 51, no 2, pp. 315–327.

9. Horner J. L., Bush L. J., Adams G. D. and Taliaferro C. M. Comparative Nutritional Value of Eastern Gamagrass and Alfalfa Hay for Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 1985, vol. 68, no 10, pp. 2615–2620. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(85)81145-0.

10. Navashin M. S. New opportunity in breeding (Novaja vozmozhnost' v selekcii). *Zhurn. "Semenovodstvo"* – Seed production journal, 1933, no 2, pp. 11–17 [in Russian] (Навашин М. С. Новая возможность в селекции // Семеноводство. 1933, № 2, С. 11–17).

11. Pavlovsky V. K., Grakun V. V., Burdyko V. M., Burdyk P. I., Privalov F. I., Vasko P. P., Abraskova S. V., Samosuk V. G., Tchegotarev V. P., Labotsky I. M., Vakhonin N. K., Meerovsky A. S., Birukovich A. L. Technologies and maintenance of forage conservation including grasses and silage cultures. *Scientific Journal «Мелиорация»*, 2010, Т. 2, no 64, pp. 192–215 [in Russian] (Павловский В. К., Гракун В. В., Бурдыка В. М., Бурдук П. И., Привалов Ф. И., Васьюк П. П., Абраскова С. В., Самосюк В. Г., Чеботарёв В. П., Лабоцкий И. М., Вахонин Н. К., Мееровский А. С., Бирюкович А. Л. Технологии и техническое обеспечение заготовки кормов из трав и силосных культур // Мелиорация. 2010. Т. 2. № 64. С. 192–215).

12. Petrov D. F. On the possibility of using apomixis for fixing heterosis in linear hybrids of maize (O vozmozhnosti ispol'zovaniya apomiksisa dlja zakrepleniya geterozisa u linejnyh gibridov kukuruzy). *Vsesojuznoe soveshhanie po proizvodstvu gibridnyh semjan kukuruzy – All-Union Conference on the production of hybrid corn seeds.* // М.: Izd-vo Ministerstva sel'skogo hozjajstva SSSR. 1957. pp. 173–176 [in Russian] (Петров Д. Ф. О возможности использования апомиксиса для закрепления гетерозиса у линейных гибридов кукурузы // Всесоюзное совещание по производству гибридных семян кукурузы. М.: Изд-во Министерства сельского хозяйства СССР. 1957а. С. 173–176).

13. Petrov D. F. Apomixis and distant hybridization (Apomixis i otdalennaja gibridizacija). *Citologija i selekcija kul'turnyh rastenij – Cytology and selection of cultivated plants* / Otv. red. D.F. Petrov. Novosibirsk: Red.-izdat. otdel SO AN SSSR. 1964. pp. 6–17 [in Russian] (Петров Д. Ф. Апомиксис и отдаленная гибридизация // Цитология и селекция культурных растений / Оtv. ред. Д.Ф. Петров. Новосибирск: Ред.-издат. отдел СО АН СССР. 1964. С. 6–17).

14. Springer T. L., Dewald C. L. Eastern gamagrass and other tripsacum species // Moser L.E., Burson B.L., Sollenberger L.E., editors. *Warm-Season (C4) Grasses*. Madison, WI: American Society of Agronomy. Special Publication, 2004, vol. 45, pp. 955–973.

15. <https://extension2.missouri.edu/g4671>. (Roberts C., Kallenbach R. Eastern Gamagrass. 1999).

16. <http://docs.cntd.ru/document/1200113892>. Дата обращения 10.11.2018.

17. <https://mnl.maizegdb.org/88/html/06panikhin.htm>. (Panikhin P.A., Abdyrakhmanova E.A., Blakey C.A. and Sokolov V. A. The Maize–Gamagrass Hybrids ($2n = 56$, $20Zm + 36Td$) Carrying Genomes of the Lines Used for Obtaining Heterosis F_1 . Maize Genetics Cooperation Newslette, 2014).

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА И КОРМОПРОИЗВОДСТВА В СИБИРИ

В.А. Солошенко, академик РАН

Н.И. Кашеваров, академик РАН

*Сибирский федеральный научный центра агробιοтехнологий Российской
академии наук, р.п. Краснообск, Россия*

e-maill: soloshenko@sfscs.ru; kashevarov@sfscs.ru

Последнее десятилетие 2015-2025 гг. характеризуется бурным ростом молочной и мясной продуктивности крупного рогатого скота в России, которая достигла почти 7-тысячного удоя и более 1 кг прироста в сутки на откорме. Удержание таких показателей продуктивности скота в Сибири и дальнейшее их наращивание требует радикального улучшения материально-технической базы отрасли кормопроизводства, технологий производства кормов и содержания животных с параметрами рационов по обменной энергии 12 МДж в сухом веществе и не менее 14% сырого протеина. Принципиально важным является понимание того, что темпы развития кормовой базы должны опережать рост генетического потенциала животных [1].

Традиционные кормовые культуры и технологии их приготовления не всегда могут обеспечить таких показателей даже при высококлассном качестве объёмистых и силосованных кормов. В мировом животноводстве локомотивами продуктивности являются кукуруза и соя, которые, к сожалению, для огромных территорий Сибири с её климатическими условиями, несмотря на значительное расширение площадей (соя в 2024 году в Сибирском федеральном округе занимала площадь посевов около 300,0 тыс. га) не могут являться гарантом стабильной и качественной кормовой базы. Длительный зимне-стойловый период предъявляет к рационам дополнительные требования, обеспечивать высокопродуктивных животных, кроме энергии и белка, витаминами, минеральными веществами, легкодоступными углеводами. Перечисленный комплекс питательных веществ может быть обеспечен за счёт кормовых культур, размещённых на лучших землях в структуре зелёного конвейера, работающего на основе искусственной сушки типа АСКТ (аэродинамической сушилки комбинированного типа) с мая до октября. Стартовой культурой в системе зелёного конвейера может быть озимая рожь, тритикале, в середине сезона многолетние бобовые культуры, в конце сезона рапс. К числу

перспективных, требующих экспериментального подтверждения, могут быть отнесены новые и малораспространенные культуры, такие как амарант, фестулолиум, различные злаково-бобовые смеси обладающие высокой и стабильной урожайностью и адаптированные к агроклиматическим условиям Сибири (таблица 1).

Таблица 1 – Биоэнергетическое районирование новых для Сибири растений (на основе отдельных публикаций)

№ п/п	Культура	Урожайность зеленой массы, ц/га	Энерго- содержание, МДж/ц
1	Рожь озимая	189	210
2	Тритикале озимая «Слон»)	960	180
3	Люцерна 2 укоса	200	350
4	Суданская трава	364	231
5	Овёс «Сиг»	477	176
6	Мальва	350	235
7	Редька масличная	408	165
8	Бобы кормовые	201	268
9	Козлятник 2 укоса	210	220
10	Рапс яровой	255	154
11	Амарант	600	200
12	Фестулолиум	250	226

Возможны и другие культуры, богатые дефицитными биологически активными веществами направленного действия. Создание зелёного конвейера для искусственной сушки – это отдельная научная работа, направленная на получение высокоценных кормовых средств органического происхождения, обеспечивающих реализацию продуктивного потенциала всех сельскохозяйственных животных. Массовое производство искусственно высушенных кормов – высокодоходная отрасль, о чём сообщил в своём интервью С. Панчук, директор по развитию компании RÖTTINGER (Австрия). Топ-5 мировых экспортёров брикетированного и гранулированного сена искусственной сушки возглавляют США, производящие более 50% от мирового выпуска новой продукции. За ними следуют страны Европейского союза: Испания, Франция, Италия, пятое место рейтинга занимает Австралия. В России с огромным количеством земельных ресурсов предприятия подобного рода существуют пока только в Воронежской области. Проявили интерес к новой технологии некоторые предприятия сибирского региона.

Отечественное животноводство допущенные перекосы в кормлении высокопродуктивных животных исправляет преимущественно путём наращивания уровня зерновых кормов до 50-60%, чем вызывает нарушение обмена веществ, связанное с угнетением развития и действия симбионтной микрофлоры и микрофауны преджелудков, а соответственно неэффективным усвоением основных питательных веществ. Наряду с увеличением

концентратов в рационах жвачных произошло резкое сокращение грубых кормов, приведших к изменению типа пищеварения и баланса микроорганизмов (бактерий, грибов и архей) в микробном сообществе рубца, что повлекло за собой снижение переваримости клетчатки, уменьшению доли микробиального белка и, естественно, ухудшению качества молока и мяса.

Отдалённые последствия такого кормления отразились на продуктивном долголетии маточного поголовья (2,2-2,4 отёла) и воспроизводительных функциях 72-74 телёнка на 100 коров [2]. Переход к новой структуре кормопроизводства с преобладанием в ней искусственно высушенных зелёных растений может решить многие проблемы животноводства, ранее перечисленные, а также повысить биологическую полноценность рационов и зависимость от синтетических витаминов, аминокислот, ферментов, антибиотиков. Излишки зерна невысокого качества, производимого в Сибири, в сочетании с брикетами искусственной сушки могут быть использованы на корм скоту для получения элитной животноводческой продукции, в частности молодой говядины, конины, оленины, баранины, мяса яков. В сочетании со скудными зимними пастбищными естественными травостоями, дополненными кормовой добавкой нового поколения, состоящей из комплекса: ферментов, легкодоступных углеводов (МОСов – мананоолигосахаридов), набора микроорганизмов и стимуляторов иммунитета, дополненных искусственно высушенными травами (гранулы, брикеты) могут обеспечить стабильную сбалансированную кормовую базу с высокими показателями продуктивности адаптированных экотипов животных в экстремальных условиях Сибири.

Организация перечисленных экспериментальных производств, начинающихся с создания гарантированной качественной кормовой базы, взаимодействующих с предприятиями по доращиванию и откорму молодняка адаптированных экотипов (крупного рогатого скота (8), лошадей (6), яков (1), оленей, овец (1) с глубокой переработкой основной и побочной продукции позволит создать эффективные сельскохозяйственные производства с востребованной на отечественном и мировом рынках животноводческой продукцией. Государственная поддержка не крупных предприятий подобного типа с законченным циклом производства будет способствовать оседлости местного населения – важнейшей экономической и политической проблемы российских удалённых территорий.

В целом, в рамках системного и качественного преобразования кормовой базы, обеспечения высокой экономической эффективности практических действий по совершенствованию кормопроизводства которое является локомотивом стабильного развития животноводства требуется разработка специальных программ для конкретных регионов, почвенно-климатических зон и сельскохозяйственных предприятий [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солошенко В.А. Состояние и перспективы развития молочного животноводства

Сибири /Перспективные направления устойчивого развития сельскохозяйственных территорий в условиях ВТО и импортозамещения// Материалы научно-практической конференции. Рос. акад. с.-х. наук. ГНУ СибНИИЭСХ, Новосибирск.- С.31-41.

2. Федоренко В.Ф. Передовые практики в отечественном племенном животноводстве: научный аналитический обзор./ В. Ф. Федоренко, Н. П. Мишуров, Т. Н. Кузьмина и др.// Москва: ФГБНУ "Росинформагротех", 2018.- 69 с.

3. Кашеваров Н.И. Проблемы оптимизации кормопроизводства в Сибири /Н.И. Кашеваров, В.Ф. Резников // ФГБНУ СибНИИ кормов.- Новосибирск, 2016.-87 с.

УДК 537.523.9, 621.387.143, 533.9.07:582.282.23

ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОВЕСНОЙ АРГОНОВОЙ ПЛАЗМЫ НА ДРОЖЖИ

Д.И. Титова, И.М. Меджидов, В.А. Харламов

*Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Обнинск, Россия
e-mail: contactforinfo@mail.ru*

В дополнение к совершенствованию традиционных методов дезинфекции и стерилизации, используемых в промышленности и сельском хозяйстве, проводятся исследования влияния плазмы с различными параметрами. Публикуются результаты экспериментальных работ, направленные на изучение эффективности плазменной обработки для обеззараживания поверхностей. Неравновесная плазма – это сложная многокомпонентная система, актуальная для изучения благодаря своей высокой химической активности и термодинамическому неравновесию. Выступает и как источник излучения, так и реакционная среда, при этом оба фактора способны оказывать антимикробное действие [1]. Существует множество различных генераторов неравновесной плазмы при атмосферном давлении, которые отличаются техническими параметрами. Наиболее перспективным считается использование плазменной струи, поскольку позволяет осуществлять обработку тест-объектов независимо от формы и размера, и без необходимости использования замкнутой разрядной камеры [2].

В работе приводятся результаты экспериментальной оценки неравновесной плазмы при атмосферном давлении, генерируемой в виде плазменной струи в потоке аргона, с целью инактивации дрожжей на примере модельного организма *Saccharomyces cerevisiae*.

Материалы и методы. Использовали экспериментальный источник неравновесной плазмы [3], в котором генерация осуществлялась от СВЧ-разряда внутри сопла, а пропускаемый аргон проходя через разряд переносил плазму в виде плазменной струи к тест-объекту. Скорость прокачки аргона – 5 л/мин; температура в области воздействия <40 °С. Обработку от 5 до 20 мин проводили на удаленности около 12,5 см до поверхности тест-объекта в

конусе-концентраторе. В контрольном варианте не проводили плазменную обработку. Дрожжи *S. cerevisiae* выращивали на агаре Сабуро, готовили взвесь клеток дрожжей в физрастворе. Получали рабочее разведение 10^6 КОЕ/мл для эксперимента. Плазмой обрабатывали предметные стекла, загрязненные суспензией дрожжей. Для этого в асептических условиях, согласно методике [1], наносили и распределяли по всей поверхности стерильных и обезжиренных предметных стекол 0,1 мл суспензии. Высушивали в чашках Петри в ламинарном боксе. Аналогичные предметные стекла, загрязненные суспензией и выдержанные при комнатной температуре, использовали для контроля. Полученные тест-объекты обрабатывались плазменной струей. Для подсчета КОЕ дрожжей, загрязненные тест-объекты после обработки плазмой, согласно методике [1], помещали в стерильные емкости с 10 мл стерильного физраствора. Затем высевали на агар Сабуро поверхностным способом по 0,1 мл 3х последовательных 10-кратных разведений полученного смыва. Чашки Петри инкубировали при 35 °С в термостате.

Результаты исследования. При воздействии плазмы на поверхность предметных стекол с нанесенной на них суспензией дрожжей в течение 5 мин наблюдали достоверное снижение КОЕ (после посева на поверхность плотной питательной среды) до 98,5 % по сравнению с контролем ($p=0,0235$). Увеличение длительности экспозиции плазмой до 10 и 20 мин приводила к снижению числа КОЕ/чашка до 98,8 и 99,8 % соответственно ($p=0,0234$, $p=0,0229$) (табл.).

Таблица КОЕ на образец после плазменной обработки в зависимости от длительности экспозиции

Длительность экспозиции	0 мин	5 мин	10 мин	20 мин
Минимум	537	6	4	0
Максимум	732	13	11	2
Медиана	635	10	8	1
Среднее арифметическое	634,50	9,50	7,50	1,00
Ошибка средней арифметической	97,50	3,50	3,50	1,00

Таким образом, противодрожжевая активность аргонной плазмы от разработанного экспериментального генератора была выраженной уже после минимальной экспозиции (5 мин), при использовании в качестве тест-объектов предметных стекол, загрязненных суспензией дрожжей хлебопекарных.

Важно учитывать, что эффективность плазменной обработки будет зависеть от начальной концентрации тест-объекта на подложке, площади загрязненной поверхности, а также вида подложки/субстрата, на которой располагается тест-объект.

Заключение. В ходе исследования была показана высокая противодрожжевая активность аргонной плазменной струи от СВЧ-разряда на дрожжи *S. cerevisiae*. Эффект биодеконтаминации тест-объекта -

суспензии дрожжей, которую наносили на предметное стекло, не имел выраженной зависимости от длительности экспозиции и наблюдался уже после 5 мин обработки. Количество выросших колониеобразующих единиц на агаре Сабуро после 5-20 мин обработки составляло 1,5-0,2 % от контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дудчик Н.В., Нежвинская О.Е., Янецкая С.А. Воздействие газоразрядной плазмы атмосферного давления на консорциум микроорганизмов // Здоровье и окружающая среда. – 2015. – № 25-1. – С. 26-28.
2. Кириллов А.А., Павлова А.В., Сафронов Е.А. [и др.] Применение плазменной струи тлеющего разряда атмосферного давления на постоянном токе для инактивации *Staphylococcus aureus* // Прикладная физика. – 2013. – № 5. – С. 52-55.
3. Горбатов С.А., Петрухина Д.И., Тихонов А.В. [и др.] СВЧ-комплекс для создания при атмосферном давлении низкотемпературной плазмы // Приборы и техника эксперимента. – 2023. – № 6. – С. 150-153. – DOI 10.31857/S0032816223050282.

УДК 537.523.9, 621.387.143, 533.9.07:582.282.23

ДЕЙСТВИЕ СВЧ ПЛАЗМЫ НА ДРОЖЖИ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Д.И. Титова, старший научный сотрудник
В.А. Харламов, старший научный сотрудник
И.М. Меджидов, научный сотрудник

Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Обнинск, Россия
E-mail: contactforinfo@mail.ru

Аннотация. Представлены экспериментальные результаты воздействия СВЧ плазмы на традиционный модельный организм *Saccharomyces cerevisiae*. Использовали плазменную струю от экспериментального генератора на основе СВЧ разряда при атмосферном давлении. После обработки плазмой дрожжей, посеянных газоном на агар Сабуро в чашки Петри, наблюдали достоверное снижение относительно контроля общего количества выросших колониеобразующих единиц: 20 мин обработки снижали на 87 %, а 10 мин – на 9 %. Аналогичные результаты показала обработка плазмой суспензии клеток дрожжей в физрастворе. После 20 мин обработки уже на первые сутки наблюдали достоверное снижение относительно контроля количества колониеобразующих единиц на 57,8 %. Интересно, что в образцах после 20 мин обработки прирост количества колониеобразующих единиц на вторые сутки составил 1,87 раза, что было выше на 41 % аналогичного показателя в контроле. Результаты показали ингибирующее действие СВЧ плазмы на *S. cerevisiae*.

Ключевые слова: холодная плазма, плазменная струя, грибы,

пекарские дрожжи, *Saccharomycetaceae*

Целью настоящего исследования являлась экспериментальная оценка чувствительности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* к плазме, генерируемой в виде плазменной струи от СВЧ-разряда при атмосферном давлении. Исследование эффектов от воздействия плазмы, получаемой от экспериментального генератора, разработанного в Всероссийском научно-исследовательском институте радиологии и агроэкологии, позволит обосновать и расширить его дальнейшее применение – для продовольственной безопасности, хранения сельскохозяйственной продукции. В качестве источников неравновесной плазмы при атмосферном давлении в литературе называются различные типы газовых разрядов, чаще других используют коронный и барьерный разряды. Исследования разрядов, генерирующих неравновесную плазму, авторы считают по-прежнему актуальными. Это связано с перспективной, но пока не широко применяемой возможностью для уменьшения грибкового загрязнения в сельскохозяйственной продукции и продуктов питания [1, 2] благодаря обработки плазмой – ионизированным газом, охлажденным до 30-40 °С [3]. В литературе различают обработку плазмой по способу воздействия плазмы на клетки микроорганизма-объекта. Может быть использована прямая обработка, когда клетки объектов подвергаются воздействию плазменного разряда, а также непрямая, когда клетки помещают в жидкость, которая была заранее обработана плазмой [4, 5]. Отдельно выделяют обработку плазменной струей. И для этого способа используют плазменно-струйные устройства. Плазма образуется от разряда, но внутри сопла устройства. Пропускаемый через разряд газ переносит плазму к объекту [5]. В представленной работе нами обработка проводилась неравновесной плазмой, которая генерировалась от СВЧ-разряда внутри сопла, и пропускаемый аргон проходя через разряд переносил плазму в виде плазменной струи к чашкам Петри с дрожжами.

Условия, материалы и методы. Для проведения экспериментов от генератора [6] получали плазменную струю в потоке аргона. Скорость прокачки аргона – 5 л/мин; температура в области воздействия на дрожжи – не выше 40 °С. В контроле обработку плазмой не проводили. Обработку плазмой осуществляли в конусе-концентраторе, на удаленности не менее 12 см до поверхности объекта. Длительность экспозиции – от 5 до 20 мин. *S. cerevisiae* выращивали на агаре Сабуро, затем готовили взвесь клеток дрожжей в физрастворе. Готовили рабочие разведения – от 10^4 до 10^8 КОЕ/мл для двух вариантов эксперимента. Плазмой обрабатывали: а) после посева на агар Сабуро в чашке Петри; б) суспензию клеток в емкости. В первом варианте эксперимента засеивали сплошным газоном, для этого вносили 0,05 мл на чашку Петри с агаром Сабуро комнатной температуры, а затем обрабатывали плазмой - помещали под плазменную струю засеянную поверхность агара в чашке. Затем контрольные (не обработанные) и

обработанные плазмой чашки помещали в термостат и инкубировали при 35 °С. Во втором варианте эксперимента суспензию клеток в объеме 5 мл (в чашках Петри с диаметром 8 см) обрабатывали плазмой – помещали под плазменную струю поверхность жидкости в чашке. Затем отбирали 0,05 мл взвеси из экспериментальных и контрольных образцов и засеивали сплошным газоном на агар Сабуро в чашке Петри. Далее контрольные и обработанные плазмой чашки помещали в термостат и инкубировали при 35 °С. В обоих экспериментах оценивали наличие и выраженность эффекта воздействия плазмы на дрожжи после инкубации – подсчитывали количество выросших колониеобразующих единиц на чашке. Рассчитывали кратность снижения количества колоний дрожжей по сравнению с контролем. Эксперименты проводили в трех повторах. Рассчитывая среднюю арифметическую, стандартную ошибку средней арифметической, устанавливали достоверность различий между средними величинами, по t-критерию Стьюдента вычисляли р-значение и определяли значимость.

Результаты и обсуждение. Результаты первого варианта эксперимента (рис. 1) для *S. cerevisiae*, которые были посеяны сплошным газоном непосредственно перед обработкой, соответствуют данным, полученным другими авторами для *S. cerevisiae*. Однако авторы воздействовали плазмой в непосредственной близости к поверхности агара [1, 7].

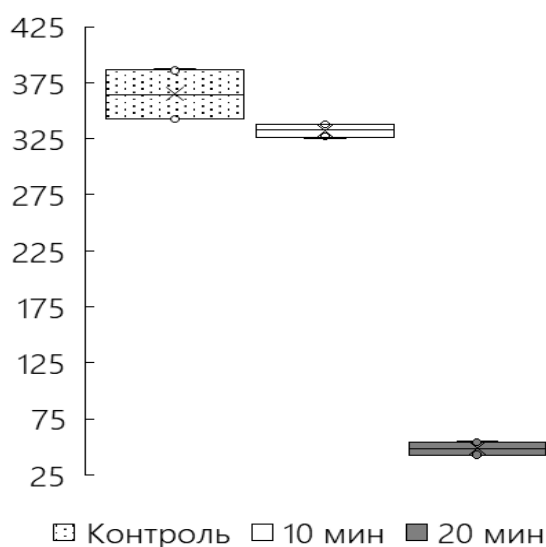


Рисунок 1 Количество выросших на чашках колониеобразующих единиц *S. cerevisiae* в контроле и после плазменной обработки посева дрожжей на агаре в зависимости от длительности обработки

Нами использовался конус-концентратор и большее расстояние до поверхности с посевом – более 12 см. В опубликованных работах показано, что от обработки плазмой образуются зоны отсутствия роста, а уменьшение количества колониеобразующих единиц наблюдается уже после 5 мин [1].

Обработка плазмой имеет прямую положительную корреляцию со временем экспозиции и после 10 мин обработки в непосредственной близости к поверхности агара фиксируются снижение

количества колониеобразующих единиц в 3,5 раза [7].

В нашем эксперименте тоже формировалась зона отсутствия роста, диаметр которой с увеличением длительности обработки плазмой до 20 мин был равен диаметру чашки Петри – 8 см. При дальнейшей инкубации зоны подавления роста зарастали. Однако результаты эксперимента показали, что 10 мин обработки снижали количество колониеобразующих единиц на 9 %, что достоверно отличалось от контроля ($p=0,046$) и тест-объектов после 20 мин. А 20 мин обработки плазмой существенно достоверно снижали количество колониеобразующих единиц до 87 % ($p<0,01$) относительно контроля.

Во втором варианте эксперимента при пересечении плазменным потоком границы фаз «воздух-вода» наблюдается сохранение активных свойств плазмы. Первая серия опытов показала прямую корреляцию эффекта от действия плазмы на суспензию клеток дрожжей от длительности обработки. На первые сутки инкубации после 20 мин обработки плазмой поверхности суспензии дрожжей в объеме 5 мл наблюдали снижение количества выросших колониеобразующих единиц на чашках до 15 %, а после вторых суток – различия с суспензией клеток, не обработанной плазмой, находились на уровне тенденции. Результаты второй серии опытов позволили подтвердить первичные результаты. На первые сутки инкубации после максимального времени обработки плазмой (20 мин) наблюдали снижение количества колониеобразующих единиц *S. cerevisiae* на 57,8 % в сравнении контролем, что достоверно отличалось от контроля ($p=0,081$), а также с образцами, обработанными 5 мин плазмой ($p=0,083$) (рис. 2). Спустя двое суток инкубации различия с контролем в образцах тоже находились на уровне тенденции. Интересно, что на вторые сутки инкубации в образцах, обработанных 20 мин плазмой, количество колониеобразующих единиц выросло в 1,87 раза ($p = 0,043$). В тоже время, на вторые сутки инкубации в сравнении с первыми сутками, прирост колониеобразующих единиц в образцах контрольных, а также обработанных 5 и 10 мин плазмой, составлял 1, 1,3 и 1,4 раза соответственно. Таким образом, прирост на вторые сутки в образцах после 20 мин обработки, превышал на 41 % аналогичный показатель в контроле, и на 31 и 26 % – у образцов обработанных 5 и 10 мин плазмой. В итоге на вторые сутки инкубации в образцах, обработанных 5, 10 и 20 мин плазмой количество колониеобразующих единиц в сравнении с контролем было ниже на 31, 25 и 28 % соответственно (рис. 2).

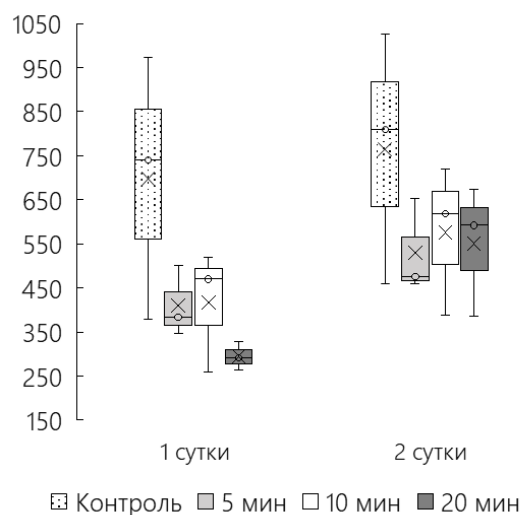


Рисунок 2 Количество выросших на чашках колониеобразующих единиц *S. cerevisiae* в контроле и после плазменной обработки суспензии дрожжей в зависимости от длительности обработки

В нашем исследовании лимитирующим фактором была длительность обработки плазмой суспензии. Это, возможно, связано с тем, что для ингибирующего действия плазмы на клетки во всем облучаемом объеме необходимо какое-то продолжительное время. В научной литературе уже давно доказано, что клетки дрожжей способны к восстановлению, например к пост-радиационному восстановлению в непитательной среде [9], а первичные изменения, например, радиобиологические, в клетках могут носить обратимую форму [10].

Согласно литературным данным, при воздействии физическими методами обработки на содержащую дрожжи суспензию может происходить стимулирование жизнедеятельности дрожжей за счет механического разделения их скоплений с образованием отдельных жизнеспособных клеток, дающих начало новым колониям [8]. Такой эффект от воздействия может быть очень полезен для улучшения технологических свойств хлебопекарных дрожжей и мог бы быть использован для их предподготовки. Однако в проведенных нами экспериментах достаточного стимулирующего эффекта от обработки плазмой не фиксировали.

В нашем исследовании во втором варианте эксперимента обрабатывали плазмой суспензию клеток дрожжей в физрастворе. Как сообщается в литературе, противогрибковое действие плазмы, т. е. выживаемость клеток дрожжей после обработки плазмой имеет выраженную корреляцию от раствора, в котором готовят суспензию с клетками дрожжей. Наиболее выраженное противогрибковое действие и соответственно самые низкие показатели выживаемости дрожжевых клеток наблюдаются при использовании в эксперименте водной суспензии [11]. При этом противогрибковое действие менее выражено в физрастворе и наиболее низкое в бульоне декстрозо-пептонном, где показатели выживаемости дрожжей значительно выше [12]. Предполагается, что защитный эффект

физраствора обусловлен его буферной способностью и содержанием солей [5]. Наши результаты соответствуют данным, полученным другими авторами для *S. cerevisiae*, которые тоже показывают линейную корреляцию между продолжительностью обработки коронным разрядом и количеством колониеобразующих единиц *S. cerevisiae* в мл физраствора [13].

Закключение. Наблюдали выраженное действие плазмы в виде плазменной струи от СВЧ-разряда в отношении *S. cerevisiae*, посеянных непосредственно перед обработкой плазмой на чашки Петри сплошным газом. Количество выросших колониеобразующих единиц на агаре Сабуро после обработки было ниже, чем в контроле. После 10 мин обработки количество выросших колониеобразующих единиц составляло 91 % от контроля, однако после 20 мин - только 13,4 % от контроля. Таким образом, после 20 мин обработки снижение было в 7,5 раза.

Аналогичное действие плазмы фиксировали также в отношении суспензии клеток *S. cerevisiae* в физрастворе. Количество выросших колониеобразующих единиц после обработки тоже было ниже, чем в контроле. После 5, 10 и 20 мин плазменной обработки количество выросших колониеобразующих единиц составляло 69, 75 и 72 % от контроля соответственно. После 20 мин обработки снижение было в 1,3-1,4 раза.

Таким образом, обработка плазмой, получаемой от экспериментального генератора, разработанного в нашем институте, может рассматриваться как эффективный способ для снижения уровня обсемененности дрожжами. Целесообразно проведение дальнейшей экспериментальной плазменной обработки сельскохозяйственной продукции и продуктов питания для оценки степени снижения обсемененности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гомбоева С.В., Бадмаева И.И., Балданов Б.Б., Ранжуров Ц.В., Николаев Э.О. Воздействия низкотемпературной плазмы на продукты растительного происхождения // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – V. 46. – №. 3. – P. 129-134.
2. Baldanov B.B., Ranzhurov T.V., Semenov A.P., Gomboeva S.V. Cold atmospheric argon plasma jet source and its application for bacterial inactivation // Journal of Theoretical and Applied Physics. – 2019. – V. 13. – P. 95-99.
3. Махрова Т.В., Заславская М.И., Галка А.Г., Костров А.В. Противогрибковое действие холодной гелиевой плазмы на *Candida* spp. в экспериментах in vitro // Проблемы медицинской микологии. – 2020. – Т. 22. – №. 2. – С. 45-49.
4. Ma R., Jiao Z. Inactivation of fungi and fungal toxins by cold plasma // Applications of Cold Plasma in Food Safety. – Singapore: Springer Singapore, 2021. – P. 113-166.
5. Polčić P., Machala Z. Effects of non-thermal plasma on yeast *Saccharomyces cerevisiae* // International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – V. 22. – №. 5. – 2247.
6. Горбатов С.А., Тихонов В.Н., Иванов И.А., Тихонов А.В., Меджидов И.М. СВЧ плазмотрон на основе волноводного моста // Генетические и радиационные технологии в сельском хозяйстве: Сборник докладов / I Международная молодежная конференция, Обнинск, 18-21 октября 2022 г. – Обнинск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 2022. – С. 170-171.
7. Xu H., Zhu Y., Cui D., Du M., Wang J., Ma R., Jiao Z. Evaluating the roles of OH

radicals, H₂O₂, ORP and pH in the inactivation of yeast cells on a tissue model by surface micro-discharge plasma // Journal of Physics D: Applied Physics. – 2019. – V. 52. – №. 39. – 395201.

8. Красникова Е.С., Красников А.В., Бабушкин В.А., Моргунова Н.Л. Влияние низкочастотной ультразвуковой кавитации на активизацию пекарских дрожжей // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – №. 3. – С. 108-114.

9. Комарова Е.В. Сравнительный анализ биологических эффектов нейтронных пучков ядерных реакторов при непрерывном и импульсном режимах облучения у клеток дрожжей *Saccharomyces*: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.01 / Комарова Елена Владимировна. – Обнинск, 2008. – 19 с.

10. Корогодина В.И., Малютина Т.С. Восстановление жизнеспособности облученных дрожжевых клеток // Природа. – 1959. – Т. 10. – С. 82-85.

11. Xu H., Ma R., Zhu Y., Du M., Zhang H., Jiao Z. A systematic study of the antimicrobial mechanisms of cold atmospheric-pressure plasma for water disinfection // Science of the Total Environment. – 2020. – V. 703. – 134965.

12. Ryu Y.H., Kim Y.H., Lee J.Y., Shim G.B., Uhm H.S., Park G., Choi E.H. Effects of background fluid on the efficiency of inactivating yeast with non-thermal atmospheric pressure plasma // PLoS One. – 2013. – V. 8. – №. 6. – e66231.

13. Dubrovin I.A., Emanuel E., Lazra Y., Cahan R. Effects of atmospheric plasma corona discharge on *Saccharomyces cerevisiae*: Viability, permeability, and morphology // Foods. – 2023. – V. 12. – №. 2. – 381.

УДК 631.811.1:631816.353

ВЫБОР ДОЗЫ ЖИДКОГО АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ В РЯДОК С СЕМЕНАМИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Г.И. Ткаченко, канд. биол. наук, вед. науч. сотрудник
*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, р.п.
Краснообск, Новосибирская область, Россия*

Актуальность. Повышение продуктивности сельскохозяйственных культур неразрывно связано с расширением применения минеральных удобрений. Приоритетной задачей агрохимии является рациональный подход к применению удобрений и повышение окупаемости дополнительным сбором продукции. Опыт мирового земледелия свидетельствует о первостепенном значении для высоты и качества продукции использование азотсодержащих удобрений [1].

В настоящее время применяют различные виды азотсодержащих удобрений. Преимущество, конечно, принадлежит азотным тукам, однако, вносят и жидкие виды. Исследованиями в европейской части страны, а также в Сибири установлено равноценное положительное действие разных видов азотсодержащих удобрений [2-5].

Расширение объемов применения жидких удобрений потребовало решения проблемы способов внесения их в почву. По причине отсутствия специальной техники в хозяйствах, стали переоборудовать сеялки СЗС В

этой связи особую актуальность приобретает вопрос выбора доз жидких удобрений, вносимых с семенами при посеве..

Методика. Исследования проводили в 2021 г в северной лесостепи Новосибирского Приобья на территории ФГБУ ОС «Элитная» Новосибирского района. Почва - чернозём выщелоченный среднесиловый среднегумусный. Низкое содержание нитратного азота в 40-см слое почвы свидетельствует о нуждаемости зерновых в добавочном азоте. Обеспеченность пахотного слоя подвижным фосфором и обменным калием по Чирикову – очень высокая и высокая, соответственно.

Полевой модельный опыт проводили на делянках 1 м² в 4-х кратной повторности. Вносили КАС - 28 на поверхность семян в дозах из расчёта кг на 1 га: N30, N60, N90. Выращивали яровую пшеницу Новосибирская 31 до полного созревания.

Результаты. Отмечена высокая эффективность карбамидно-аммиачной смеси (табл.1). От 30 кг внесённого азота сбор зерна пшеницы увеличился в сравнении с контролем на 30 %. Дальнейшее повышение количества удобрения в 2 и даже в 3 раза не способствовало достоверному увеличению урожая зерна.

Таблица 1. Влияние КАС – 28 на урожай зерна яровой пшеницы

Варианты опыта	Вес зерна, г/м ²	Прибавка зерна		НСР ₀₉₅
		г/м ²	%	
Без удобрений (контроль)	228	-	-	45
N30	297	69	30	
N60	302	74	32	
N90	295	67	29	

Анализ структуры урожая пшеницы позволил судить о влиянии количества вносимого с семенами жидкого азота на рост и развитие растений (табл. 2). Внесение максимальной дозы азота (N90) оказало угнетающее действие на начальное развитие растений. Всходы пшеницы здесь появились значительно позже и были изрежены. По этой причине к концу вегетации число растений на единице площади на этом варианте ниже, чем на контроле и вариантах N60 и N30.

Достоверное повышение коэффициента кущения и озёрнённости колоса не компенсировали потерю потенциального урожая культуры, т.к. количество продуктивных стеблей было ниже даже ,чем на контроле. Высокая эффективность азота при всех дозах КАС – 28 обеспечивалась массой 1000 зёрен.

Наиболее высокая окупаемость азотного удобрения отмечена на варианте N30 (табл. 3). При внесении единицы азота здесь получено 23 кг зерна. Увеличение количества удобрения снижало его окупаемость урожаем.

Таблица 2. Структура урожая пшеницы при разных дозах КАС – 28

Показатели	Без удобрений (контроль)	N30	N60	N90	НСР ₀₉₅
Количество растений, шт	299	298	291	211	31
Коэффициент кущения	1,07	1,20	1,20	1,46	0,14
Количество продуктивных стеблей, шт	321	359	349	307	46
Озернённость колоса, шт	25,2	26,7	28,5	31,5	4,3
Масса 1000 зёрен, г	27,3	30,9	30,8	30,6	1,7

Таблица 3. Показатели эффективности разных доз азота КАС – 28

Варианты	Прибавка зерна на 1 кг азота удобрения, кг	Усвоено всего азота биомассой пшеницы	
		кг/га	% разностным методом
Без удобрений	-	78	-
N30	23	110	106
N60	12	123	75
N90	7	135	63

С повышением дозы вносимого удобрения с 30 до 60 и далее 90 кг/га азота, увеличивался вынос элемента биомассой пшеницы, что, однако, не обеспечивало рост урожая зерна пшеницы. Коэффициенты использования азота, рассчитанные разностным методом, свидетельствуют о том, что на варианте N30 растения усвоили весь внесённый азот, на вариантах N60 и N90 использование его составило 75 и 63 %, соответственно.

Выводы.

1. Оптимальной дозой вносимого с семенами пшеницы жидкого удобрения КАС – 28 является 30 кг азота/га. В этих условиях получена максимальная окупаемость единицы удобрения.
2. Максимальная доза азота удобрения (90 кг/га) угнетала всходы возделываемой культуры.
3. С увеличением дозы добавочного азота с 30 до 60 и далее до 90 кг/га повышался вынос элемента биомассой пшеницы, что, однако, не способствовало росту урожая возделываемой культуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Завалин А.А., Ефремов Е.Н., Алфёров А.А., Самойлов Л.Н., Чернова Л.С., Глаговещенская Г.Г. Преимущества и проблемы применения жидких азотных удобрений в земледелии // Агрохимия. 2014. № 5. С.20-26.
2. Есаулко А.Н., Гарибджанян Г.А., Громова Н.В. Эффективность применения жидких и твёрдых азотных минеральных удобрений в ранневесеннюю подкормку посевов озимой пшеницы // Земледелие. 2020. № 3. С. 38-40. DOI:10.24411/0044-3913-2020-10310.
3. Блинова Ю.А., Милюткин В.А. Сравнительная эффективность жидких минеральных удобрений на базе КАС-32 с твёрдыми – аммиачная селитра при возделывании подсолнечника // Современные проблемы агропромышленного комплекса: сб. науч. тр. 73-й науч.-практ. конф. / Самара: изд-во Самарский ГАУ, 2020. С. 8-10.

4. Латарцев П.Ю., Антонова О.И. Эффективность разных видов азотных удобрений под лён масличный в условиях колючей степи Алтайского Края // Вестник Алтайского ГАУ. 2020. № 10 (192). Барнаул. С. 13-19.

5. Петров А. Ф., Мармулев А. Н., Митракова А. Г., Л.Н. Коробова Эффективность применения жидких азотных удобрений на посевах яровой пшеницы. // Инновации и продовольственная безопасность . 2019. № 2 (24). С. 119-124. DOI:10.31677/2311-0651-2019-24-2-119-124.

УДК 633.2.031:631.582.9

ПРИЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ СТАРОВОЗРАСТНЫХ СЕНОКОСОВ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

А.Г. Тюрюков, канд. с.-х. наук

К.В. Филиппов, мл. науч. сотр.

*Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий Российской
академии наук, Новосибирск, РФ
e-mail: algt@inbox.ru*

Восстановление продуктивности сенокосов, содержащих изреженные низкоурожайные травостой – одна из первоочередных задач в луговодстве. Из-за отсутствия на угодьях надлежащего ухода естественные луга и старовозрастные посевы трав засоряются растениями, плохо поедаемыми животными. В связи с этим наблюдается выпадение ценных растений, замена их сорняками и снижение продуктивного долголетия травостоя [1, 2].

Цель работы – разработка приемов улучшения старовозрастных сенокосов лесостепи Западной Сибири.

Исследования проведены в 2018–2021 гг. на территории центральной экспериментальной базы СФНЦА РАН Новосибирской области.

Закладка полевых опытов, наблюдения и учеты, отборы растительных образцов на агрохимический анализ проводились на основе общепринятых методик [3, 4]. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа с помощью пакета прикладных программ SNEDECOR V 3 [5].

Сравнительная оценка приемов улучшения старовозрастного сенокоса показала на значительные различия по величине урожая надземной фитомассы по вариантам полевого опыта (табл. 1).

Наибольшая урожайность зеленой и сухой массы получена на варианте с коренным улучшением и рядовым посевом травосмеси многолетних бобовых трав. Урожайность зеленой массы составила в среднем за 4 года 12,09, сухой – 3,51 т/га. Прибавка урожайности по отношению к контролю в 3,7 раза по зеленой массе объясняется коренным улучшением травостоя и посевом травосмеси многолетних трав.

Таблица 1 – Влияние приемов улучшения на продуктивность старовозрастного сенокоса (среднее за 2018–2021 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га		Переваримого протеина на к. ед., г
	зеленой массы	сухой массы	
Контроль (старовозр. сенокос)	3,28	1,02	59
Коренное улучшение (отвальная вспашка + дискование) + рядовой посев травосмеси многолетних бобовых трав	12,09	3,51	111
Подсев травосмеси многолетних бобовых трав агрегатом СЗС–2,1Т	10,02	2,91	81
Дискование в 1 след без подсева (омоложение)	5,24	1,51	81
Дискование в 2 следа + рядовой подсев травосмеси многолетних бобовых трав	7,63	2,24	85
Фрезерование в 2 следа + рядовой подсев травосмеси многолетних бобовых трав	10,82	3,14	100
НСР ₀₅	1,77	0,46	

Наиболее продуктивным оказался вариант с коренным улучшением и рядовым посевом травосмеси многолетних бобовых трав. Количество переваримого протеина в расчете на 1 кормовую единицу составило 111 г. Несколько уступает по продуктивности вариант с подсевом травосмеси многолетних бобовых трав агрегатом СЗС–2,1Т. Количество переваримого протеина в расчете на 1 кормовую единицу – 81 г.

При улучшении старовозрастного сенокоса в условиях лесостепи Приобья наибольшую его продуктивность обеспечивает коренное улучшение с рядовым посевом травосмеси многолетних бобовых трав, что повышает урожайность зеленой и сухой массы в 3,7 раза, по сравнению с контрольным вариантом и концентрацию переваримого протеина с 59 до 111 г/к. ед.

Наиболее энергетически выгодным среди вариантов с приемами улучшения оказался вариант с подсевом травосмеси многолетних бобовых трав агрегатом СЗС–2,1Т. Затраты совокупной энергии составили 6,2 ГДж/га, по сравнению с 11,8 ГДж/га при коренном улучшении. Коэффициент энергетической эффективности – 4,7. Наименее энергетически выгодный вариант – вариант с фрезерованием в 2 следа и рядовым подсевом травосмеси многолетних бобовых трав, коэффициент энергетической эффективности – 2,3.

Ботанический состав травостоя является одним из основных и наиболее динамичных показателей биологической ценности кормов [6, 7]. В травостое старовозрастного сенокоса преобладал кострец безостый и другие злаковые – 73,6 %. Среди бобовых растений (8,3 %) – люцерна синяя. Разнотравье (18,1 %) было представлено такими видами, как одуванчик лекарственный, подорожник средний, щавель конский, бодяк щетинистый, осот полевой.

Наибольшее количество злаковых растений (77,3 %) было на варианте с дискованием в 1 след без подсева, наибольшее количество бобовых

растений (83,6 %) наблюдалось на варианте с коренным улучшением и рядовым посевом травосмеси многолетних бобовых трав (рис. 1).

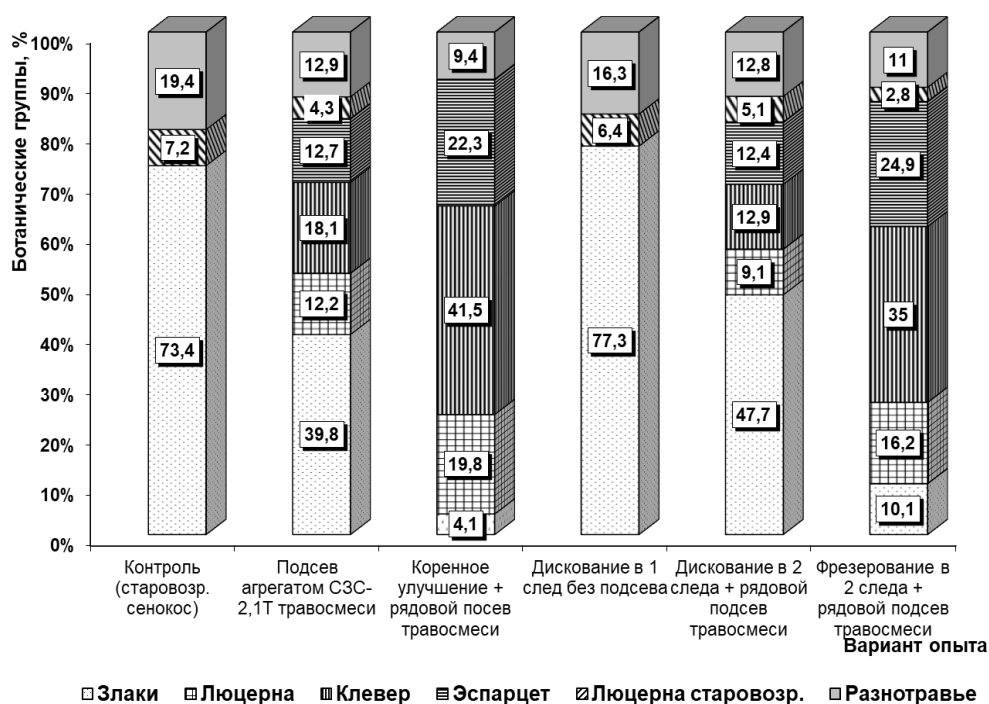


Рис. 1. Влияние приемов улучшения на ботанический состав травостоя старовозрастного сенокоса (среднее за 2018–2021 гг.), %

На вариантах с обработками и посевом травосмеси многолетних бобовых трав наблюдалась тенденция увеличения количества бобовых растений и соответственно уменьшения количества разнотравья и злаковых, поскольку в результате проведения приемов поверхностного улучшения ослабляется конкуренция естественного травостоя. Характерно, что в ботаническом составе травостоя доля разнотравья при различных обработках дернины и посеве травосмеси многолетних бобовых трав снижается с 19,4 до 9,4–12,9 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казанцев В.П. Луговое кормопроизводство. – Новосибирск, 2002. – 184 с.
2. Кашеваров Н.И., Мустафин А.М. Луговое кормопроизводство в Сибири. – Новосибирск, 2014. – 208 с.
3. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. Ч. 1. – М.: ВНИИ кормов, 1971. – 174 с.
4. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства / Б.П. Михайличенко, А.А. Кутузова, Ю.К. Новоселов, А.А. Зотов и др.; РАСХН. ВНИИ кормов. – М., 1995. – 173 с.
5. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.
6. Мустафин А.М., Тюрюков А.Г. Влияние способов и норм высева люцерны при полосной обработке дернины на урожайность разнотравно-злакового луга // Вестн. Рос. академии с.-х. наук. – 2009. – № 4. – С. 59–62.
7. Мустафин А.М., Тюрюков А.Г. Сравнительная оценка многолетних бобовых трав при полосном подсеве в деградированный луг Западной Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 6. – С. 32–37.

УДК: 631.3

УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКИМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Г.Л. Утенков, канд. техн. наук

Т.В. Бердникова

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,

г. Новосибирск, Российская Федерация

Email: utenkov1951@mail.ru

Традиционно сельское хозяйство Сибири базируется на двух отраслях - земледелие и животноводство. Причем животноводство является производным от отрасли растениеводства. А общим недостатком для сельского хозяйства Сибири является дефицит белка растительного и животного происхождения [1].

Земледелие в Сибири не соответствует своему потенциалу. Преобладающее применение экстенсивных агротехнологий, обусловленных дефицитом финансовых и трудовых ресурсов, не дают желаемых результатов. Они ориентированы на использование естественного плодородия почв и сопровождаются их деградацией. При экстенсивном земледелии все экологические функции, связанные с фотосинтезом, сокращаются [2]. А высокая энергоемкость технологических процессов, обусловленных не учетом статистических свойств почвы, приводит к реализации нестационарных процессов, требующих существенного запаса потребляемых ресурсов. Причем отечественная техника способна реализовать лишь традиционные и экстенсивные технологии. Негативные изменения отмечаются также и в животноводстве [1]. Биологизация и точность выполнения технологических операций являются основными на сегодняшний день. А результирующими критериями оценки земель являются продуктивность и экономическая эффективность их использования [2]. При проведении исследований необходимо учитывать все аспекты развития системы землепользования [3].

Основными проблемами для отечественного АПК являются: технико-технологическое отставание от развитых стран мира производства продовольствия и наличия стагнация машиностроения; снижение конкурентоспособности продовольствия и сырья на отечественном и международном рынках; низкое естественное плодородие пахотных почв. Поэтому кардинальные достижения в АПК возможны только на основе создания и внедрения инновационных технологий [4], которые формируются в сложных системах [5].

Необходимость инновационного подхода обусловлена потребностью в росте эффективности зернового производства, т.к. около 60% агропромышленного производства непосредственно связано с ресурсами зерна. Причем зерновые и зернобобовые культуры занимают более 60%

пашни, на долю зерна приходится 2/3 продукции растениеводства и почти 1/3 кормов - в животноводстве.

Наличие в Западной Сибири почв с физико – химическими свойствами, повышающими или понижающими подвижность элементов, является причиной формирования биохимических провинций с избыточным или недостаточным поступлением химических элементов. А непрерывная изменчивость свойств почвы на всех уровнях ее организации, является ее основным свойством, повсеместно формирующего почвенные комбинации. Именно изменение физико – механических и технологических свойств почвы оказывает влияние на характер технологий их обработки, требующей ресурсосбережения. Поэтому зональные факторы являются большим резервом роста эффективности производства зерновой продукции в отрасли растениеводства [6]. Здесь показано, что учет неоднородной структуры почвенного покрова приводит к улучшению качества ее обработки и обеспечивает рост урожайности зерновых культур (ЗК) на 56%. Однако даже на физиологическом уровне пока еще нет обоснованных нормативов по воздействию многообразного сочетания факторов жизни растений на урожай, его качество и себестоимость. Зерновое производство по – прежнему экстенсивно, энергоемко и экологически несбалансированным [7].

Сибирский федеральный округ (СФО) относят к экстенсивному округу. Этот округ не вносит значительного вклада в развитие зернового производства. Из-за низкой урожайности (по сравнению с интенсивными федеральными округами), в экстенсивных округах экономически невыгодно производство зерновых и зернобобовых культур с последующей их реализацией на рынке. Рост урожайности в таких округах провоцирует снижение внутренних цен. В перспективе экстенсивные округа могут стать драйверами развития животноводства. Поэтому зерновое производство необходимо ориентировать на производство кормов для животноводства [8]. Считается, что у зерновых культур зерна, не отвечающие стандартам качества, характерных для продовольственной категории, относят к фуражному зерну. К зернофуражным культурам относят **злаки**: тритикале, овёс, ячмень, кукуруза, сорго, чумиза и другие; **бобовые**: горох, люпин, вика и другие. Эффективным считается создание для каждой природной зоны и почвенной разновидности экономически целесообразной степени окультуренности почв. А на основе операционных и инновационных технологий с оптимальным уровнем интенсификации появляется возможность получения гарантированного уровня урожая, обеспеченного зональными ресурсами влаги и тепла. В табл. представлена структура ЗК по регионам Сибири.

Таблица - Структура зерновых культур по регионам Сибири, 2023 г., %

Субъекты Сибири	Всего зерновых	В том числе					
		пшеница	рожь	овес	яч-мень	гре-чиха	зерно-бобовые
Республика Алтай	100	8,6	-	90	-	-	1,4
Республика Тыва	100	33,3	-	58,7	6,7	1,3	
Республика Хакасия	100	60,4	-	28,1	4,7	5,6	1,2
Алтайский край	100	56,6	0,8	6,1	8,4	18,6	7,6
Красноярский край	100	68	0,8	9,4	17,1	1,0	2,8
Иркутская область	100	57,5	0,2	16,4	23,4	0,1	2,4
Кемеровская область	100	59,3	1,3	8,1	17,5	2,4	11,4
Новосибирская область	100	64	0,9	6,3	15,2	2,8	9,7
Омская область	100	69,7	0,1	3,9	16,4	0,4	9,5
Томская область	100	72,7	2,3	8,8	9,3	0,7	6,1
Итого в Сибири	100	62,7	0,7	7,5	14	6,8	7,3

Выбор оптимальной технологии, подразумевает поиск наилучшего варианта, включающего весь набор операций. Результатом выбора технологий являются: системы обработки почвы по климатическим зонам и культурам; системы использования удобрений, системы борьбы с сорняками, вредителями и болезнями; системы химической и лесомелиорации; системы гидротехнических и гидромелиоративных мероприятий; обосновываются наборы машин и механизмов [9]. А для наращивания производства конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции рекомендуется обеспечивать оптимальное сочетание интенсивных и экстенсивных факторов производства [10]. Нами разработан алгоритм рациональной структуры технологий [11] (экстенсивная – 31%; нормальная – 49% и интенсивная - 20%), обеспечивающих получение среднемирового уровня урожайности ЗК ($Y \geq 3,0$ т/га) и предложена рациональная структура основной обработки почвы при изменении ее влажности [12].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гамзиков Г.П. Точное земледелие в Сибири: реальности, проблемы и перспективы //Земледелие. -2022.- №1. - С.3–9.
2. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно –ландшафтных системах земледелия//Почвоведение.-2019.-№9.- С. 1130-1139.
3. Рзаева В.В. Институциональные фвкторы рационального землепользования// Доклады ТСХА.; 2015.- Т. 285 (Часть ii).- С. 57 – 61.
4. Якушев В. П., Якушев В. В. Перспективы «Умного сельского хозяйства» в России// Вестник Российской академии наук.- 2018, том 88.- № 9, - с. 773 –784.
5. Панфилов В.А. Парадигма формирования облика технологий будущего АПК// Вестник РАСХН.- 2022.-№1.- С.5 – 7.
6. Утенков Г.Л. К оценке эффективности машинных технологий возделывания зерновых культур//Фундаментальные исследования.- 2017.-№ 12. - Ч.1. - С. 229 – 233.
7. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы (Под общей научной редакцией академиков РАН В.Ф. Федоренко, А.А. Завалина, Н.З. Милащенко):

науч. издание.-М.: «Росинформагротех». – 2018.- 396 с.

8. Колесников А.В., Здоровец Ю. И. Факторы, определяющие себестоимость производства зерновых культур России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. - 2023.- №4 (98).- С.70-79. DOI:10.33938/234-70.

9. Михайленко И.М. Теоретические основы и техническая реализация управления агротехнологиями.- СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2017.- 252 с.

10. Алтухов А. И. Методология формирования специализированных высокотехнологичных зон в сельском хозяйстве страны // Экономика сельского хозяйства России. - 2023.- №7.- С.2-12. Doi10.32651/237-2.

11. Утенков Г.Л., Рапопорт Э.О., Власенко А.Н. Синтез агротехнологий для управления продуктивностью агроценозов в Сибири // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. №1. С.21 – 25. DOI:10.31857/S2500262721010051.

12. Утенков Г.Л., Утенкова Т.И., Котеев С.В. Эколого-экономическая оценка эффективности технико-технологических решений для ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в Сибири // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - 2024. - №7.- С.29-42. DOI.20.32442/0235-2494-2024-0-7-29-42.

УДК 633.2.031:631.5

ПРИЁМЫ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ СЕНОКОСОВ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

К.В. Филиппов, младший научный сотрудник

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (СибНИИ кормов)

630501, Новосибирская область, пос. Краснообск, Россия

E-mail: sibkorma@ngs.ru

В настоящее время особое внимание должно уделяться рациональному использованию естественных кормовых угодий, занимающих в Новосибирской области более 3 млн. гектар и способных обеспечить до 4 млн тонн сухого вещества. Наиболее перспективное направление быстрого решения данной проблемы в луговодстве является разработка энергосберегающих технологий улучшения деградированных кормовых угодий. Такие угодья положительно отзываются на приёмы поверхностного улучшения, при этом сбор кормов увеличивается в 2–3 раза, а при коренной реконструкции в 4–5 раз. Однако эти способы требуют высоких финансовых затрат.

Формирование высоких урожаев на этих угодьях полосным подсевом бобовых трав улучшает ботанический состав фитоценозов, обогащает растения азотом синтезированного из воздуха клубеньковыми бактериями, что способствует снижению затрат на внесение удобрений в 1,3–1,5 раза [1–4].

Цель исследования – определить наиболее эффективные приёмы, способствующие повышению урожайности, качества корма и продуктивного

долголетия деградированного разнотравно-злакового сенокоса.

Объект и методы исследований – Исследования проводили в 2006–2010 гг. на стационаре СибНИИ кормов, расположенного в северной лесостепи Западной Сибири (Новосибирская область Черепановский район, рабочий посёлок Посевная).

Климат резко континентальный, характерной особенностью его является поздние весенние и ранние осенние заморозки, резкие колебания температуры воздуха в течение года и даже суток. Годовое количество осадков составляет 350–400 мм, гидротермический коэффициент равен 1,0–1,2. Безморозный период составляет 110–120 дней период с эффективными температурами выше 10 °С – около 100 дней, а сумма активных температур за это время 1800 °С. Почвенный покров различный и зависит от рельефа местности, приподнятые участки поверхности используются под сенокосы и пастбища. на территории стационара распространены выщелоченные и обыкновенные чернозёмы, серые лесные и оподзоленные почвы.

Закладку полевых опытов, наблюдения и учёты, отборы почвенных проб и растительных образцов на агрохимический анализ, уборку урожая, биоэнергетическую и экономическую оценку проводили на основе общепринятых методик [5].

Полевые опыты заложены в два яруса в четырёхкратной повторности, расположение вариантов систематическое, площадь делянок 40 м². Выполнено 2 закладки полевых опытов во времени.

Обработка дернины разнотравно-злакового сенокоса проведена фрезой ФБН-1,5 на глубину 8–10 см, как с полным набором, так и с частично снятыми ножами согласно схеме опыта.

Дискование дернины луга выполнено в два следа дисковой бороной БДТ-3 на глубину 8–10 см с последующим боронованием, а в варианте с коренным улучшением – дискование + вспашка с боронованием. Посев люцерны пёстрогибридной “Сибирская 8” и клевера лугового “СибНИИК 10” в соотношении 1:1 во второй декаде мая сеялкой СР-1 на глубину 1,5–2,5 см, с междурядьями 15 см и расстоянием от края обработанной полосы 7,5 см. В обработанных полосах с шириной 45 см было сделано три прохода сеялки, с шириной полос 60 см – четыре прохода. До и после посева проведено прикатывание почвы. Норма высева травосмеси в вариантах с фрезерованием, дискованием и вспашкой составила 15 кг/га всхожих семян, при полосном подсеве – 6,3 кг/га; 7,5; 9 и 9,9 кг/га в зависимости от варианта, то есть меньше соответственно на 58%, 50, 40 и 39 %, чем при сплошном посеве. В качестве контрольного варианта использовался деградированный разнотравно-злаковый сенокос.

Результаты исследований. Установлено, что при полосном подсеве многолетних бобовых трав при разной ширине полосы, в среднем по двум закладкам опытов за 3 года вегетации травостоя наименьшая плотность подсеянных видов трав (137 растений на 1 м²) была на варианте с полосной обработкой 60–60см, наибольшая (221 растений на 1 м²) – на варианте 45–

30 см. При фрезеровании и вспашке густота стояния растений составила 211 и 198 шт/м², соответственно.

Наибольшая сохранность растений к уборке наблюдалась при сплошной обработке дернины – 46–63 %, наименьшая – при полосной – 32–49 %. Установлено ежегодное снижение плотности улучшаемых травостоев от весны к осени, что объясняется межвидовой конкуренцией и старением растений.

Ботанический анализ травостоя сенокоса свидетельствует о значительном улучшении его флористического состава. В среднем по двум закладкам опытов наибольшее содержание бобовых растений было в варианте со вспашкой дернины – 91 %, с фрезерованием – 82, в варианте с дискованием – 74 %. Полосная обработка дернины при разных параметрах ширины обработанных полос и междополосных пространств с подсевом многолетних бобовых трав в среднем через 5 лет способствовало сохранению растений в пределах 69–73 %. В последующие 6–8 лет произрастания травостоя наблюдается снижение количества многолетних бобовых трав и увеличение злаковых. В период исследований на контроле (деградированный разнотравно-злаковый сенокос) состав ботанических групп сохранялся почти на том же уровне, что и в первые годы (рис.).

Установлено, что формирование наибольшей урожайности происходило при коренной обработке дернины луга (вспашка + дискование). В среднем за 5 лет она составила: 173 ц/га зелёной массы и 36,4 ц/га сухой массы, что превышает показатели контрольного варианта в 3,6 раза.

Среди вариантов с полосным подсевом многолетних бобовых трав наибольшую урожайность сформировал вариант с шириной обработанной полосы 60 см и междополосным пространством 30 см, на котором формирование зелёной массы достигало 133 ц/га, сухой – 32,3 ц/га, что было выше контроля в 3,2 раза.

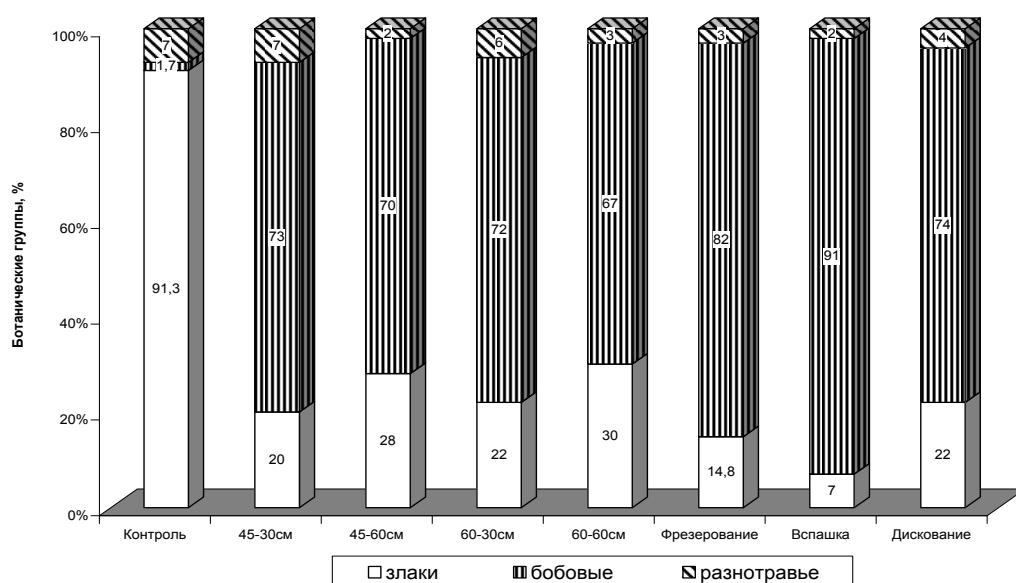


Рисунок – Влияние приёмов улучшения на ботанический состав деградированного разнотравно-злакового сенокоса (среднее за 2006–2014 гг.), %

Наименьшая урожайность получена на варианте с шириной обработанной полосы 45 см и необработанной – 60 см: зелёной массы - 106 ц/га, сухой массы - 28,8 ц/га. Близкие данные по урожайности получены при сплошной обработке дернины дискованием – 32 ц/га сухой массы (табл.).

Выявлено положительное действие полосной обработки дернины сенокоса на лучшее развитие аборигенных растений из-за снижения плотности поверхностного слоя почвы, способствующей повышению аэрации, влагообеспеченности и усвоению питательных веществ. В варианте с обработанной полосой 45 см и межполосным пространством 30 см, урожайность злаковых трав составила 11,4 ц/га сухой массы, на контроле – 10 ц/га или меньше на 14 %.

Таблица – Влияние приёмов обработки дернины деградированного луга на продуктивность травостоя, качество корма и экономические показатели (среднее за 2006–2010 гг.)

Вариант	Урожайность массы, ц/га		Выход, ц/га		Перевариваемо-го протеина г/к. ед.	Затраты, руб/га	Валовой доход, руб/га	Чистый доход, руб/га	Рентабельность, %
	зелёной	сухой	кормовых единиц	переваримого протеина					
Контроль (деградированный сенокос)	31	10	3,8	0,25	65	739	1150	411	55
Полосной подсев 45-30см	119	30,4	15,9	1,8	113	1977	3496	1519	77
Полосной подсев 45-60см	106	28,8	13,6	1,6	115	1873	3312	1439	77
Полосной подсев 60-30см	138	32,3	16,1	1,8	130	2174	3714	1540	71
Полосной подсев 60-60см	109	30,6	13,1	1,4	105	1878	3519	1641	87
Фрезерование + посев	154	32,2	17,0	2,4	139	2577	3933	1356	53
Дискование в 2 следа+посев	153	32,0	15,5	2,2	135	2452	3680	1228	50
Вспашка+дискование + посев	173	36,4	17,4	2,5	140	2667	4186	1520	57
НСР ₀₅	21,0	5,0							

Выявлено, что при коренной реконструкции луга (вспашка + дискование) выход кормовых единиц достигал 17,4 ц/га, протеина – 2,5 ц/га,

обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином составила 140 г. Несколько ниже эти показатели при дисковании: 15,5 ц/га, 2,2 ц/га и 135 г соответственно.

По продуктивности при полосном подсеве бобовых трав выделился вариант 60–30 см со сбором кормовых единиц 16,1 ц/га, протеина – 1,8 ц/га, с обеспеченностью 130 г переваримого протеина 1 кормовой единицы. В других вариантах эти показатели ниже, на контроле составили 3,8 ц/га, 0,25 ц/га и 65 г соответственно.

Таким образом при улучшении деградированных угодий в лесостепной зоне Западной Сибири лучшие результаты по урожайности сухой массы, выходу кормовых единиц, содержанию переваримого протеина в 1 кормовой единице получены при коренном улучшении показатели которого были выше чем без реконструкции соответственно в 3,6, 4,6 и 2,2 раза.

Экономическая оценка приёмов улучшения деградированного сенокоса показала, что полосная обработка дернины с подсевом многолетних бобовых трав является наиболее эффективным приёмом рекультивации деградированного луга в лесостепной зоне Западной Сибири. Чистая прибыль в зависимости от варианта полосного подсева составляла от 1439 до 1641 руб./га, рентабельность – от 71 до 87 %. Примерно одинаковая экономическая эффективность получена при коренном улучшении – 1520 руб./га и 57 % соответственно. При сплошной поверхностной обработке (дискование и фрезерование) эти показатели ниже на 19,4–24,1 % и 10,5–17,4 % соответственно.

Выводы.

1. При улучшении деградированного сенокоса полосной обработкой и подсевом бобовых трав на пятый год жизни в фитоценозе количество бобовых трав сохраняется на уровне 69–73 %, злаковых 15–28, разнотравья 3–8 %. В результате сенокос из разнотравно-злакового преобразуется в высокопродуктивные бобово-злаковые фитоценозы.

2. В условиях лесостепи Западной Сибири из изучаемых приёмов обработки дернины деградированного луга наибольшая урожайность (173 ц/га зелёной массы и 36 ц/га сухой массы) формируется при коренном улучшении, при котором обеспечивается максимальный выход кормовых единиц (17,4 ц/га) и содержание переваримого протеина в 1 кормовой единице (140 г). В контрольном варианте эти показатели ниже в 4,6 и 2,1 раза.

3. При экономической оценке приёмов улучшения деградированного луга лучшим вариантом является полосная обработка дернины с подсевом многолетних бобовых трав, с рентабельностью 87 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крылова Н.П. Применение минимальной обработки дернины при создании и улучшении сенокосов и пастбищ // Агропроминформ. – М.: 1990. – 56 с.
2. Марченко О. С., Иванов В. Я., Фанфарони Ю. В., Иус Л. Н. Полосный подсев трав в дернину // Кормопроизводство. 1987. – № 12. – С. 26–27.

3. Мустафин А.М., Тюрюков А.Г. Влияние способов и норм высева люцерны при полосной обработке дернины на урожайность разнотравно-злакового луга // Вестн. Росс. академии с.-х. наук. – 2009. – № 4. – С. 59–62.
4. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. – М. ВИК, 1971. – 174 с.

Содержание

1.	Аветисян А.Т. Влияние компонента в малораспространенных бинарных посевах кормовых культур в Восточной Сибири	3
2.	Алабугина М.Л. Влияние биологических и химических препаратов на различные показатели гороха посевного	8
3.	Андреева О.Т. Продуктивность кормовых агроценозов традиционных и малораспространенных культур в одновидовых и поливидовых посевах для производства сенажа в лесостепи Забайкалья	11
4.	Антипина П.В. Влияние стартовых запасов влаги и нитратного азота на урожайность яровой пшеницы при минимизации обработки почвы в условиях лесостепи Приобья	15
5.	Байкалова Л.П., Попов В.Ю. Содержание белка и клейковины в зерне яровых пшеницы и тритикале при различных технологиях возделывания	19
6.	Байкалова Л.П., Серебренников Ю.И. Оценка кормовой ценности и продуктивности сортов овса ярового	22
7.	Бакшаев Д.Ю. Эффективность способов основной обработки старовозрастных низкопродуктивных травостоев многолетних трав в лесостепи Западной Сибири	26
8.	Боголюбова Е.В. Продуктивное долголетие лугового агроценоза при подсеве клевера среднего (<i>Trifolium Medium</i>) в Приобской лесостепи	30
9.	Данилова А.А., Григорьева Т.В., Маркелова М.И., Хуснутдинова Д.Р., Калмыкова Г.В. Соотношение результатов традиционного и метагеномного методов анализа в оценке стрессоустойчивости микробиома пахотного чернозема	33
10.	Денисов К.Е., Садохина Т.А. Повышение урожайности зеленой массы новых сортов ярового рапса за счет применения разных видов азотных удобрений	37
11.	Евдокимова Н.Е. Развитие методов математического моделирования кормовых рационов для животных	41
12.	Жданова И.Л. Новая кормовая культура фестулолиум в Западной Сибири	43
13.	Зверева Г.К., Ломова Т.Г. Динамика надземной фитомассы лугового пастбищного фитоценоза Приобской лесостепи	47
14.	Илюшкина О.В. Агрохимические мероприятия направленные на улучшение качества кормовой культуры <i>Galega Orientalis Lam</i>	51
15.	Ирмулатов Б.Р., Нургазиев Р.Е., Оксукбаев Е.Т. Приемы восстановления биоресурсного потенциала деградированных пастбищ с использованием био-органических удобрений в степной зоне Северного Казахстана	54
16.	Казанцев С.А., Памирский И.Э., Мезенцев В.А. Морфология фитолитов в культуре амаранта, выращенной в полевых условиях Западного Приобья	61

17.	Кашеваров Н.И. Краткий анализ о состоянии кормопроизводства в Сибири и направлениях его развития	65
18.	Кашеваров Н.И., Полищук А.А., Понамарева В.И., Хазов М.В., Мезенцев В.А. Возделывание амаранта в качестве покровной культуры для донника в лесостепной зоне Западной Сибири	68
19.	Колбин С.А., Васильева Н.В., Самохвалова Л.М. Оценка эффективности технологии прямого посева яровой пшеницы на черноземе выщелоченном в лесостепи Новосибирского Приобья	72
20.	Окашева Н.А., Красников С.Н., Жаркова С.В., Сафонова О.В. Биометрические показатели новых гибридов картофеля из коллекции Омского АНЦ в условиях низкогорья Горного Алтая	77
21.	Познахарева О.А., Данилов Н.В., Бакшаев Д.Ю. Эффективность использования гербицидов в семенных посевах эспарцета песчаного	80
22.	Полудина Р.И., Потапов Д.А., Гришин В.М. Результаты исследований по сельскохозяйственным культурам селекционного центра СФНЦА РАН за 55 лет	85
23.	Потапов Д.А. Результаты по селекции ярового рапса (<i>Brassica Napus</i> L.) и редьки масличной (<i>Raphanus Sativus</i> L. Var. <i>Oleifera</i> .) в Сибирском НИИ кормов СФНЦА РАН	90
24.	Рахленко А.Г. Оценка оптимальной дозы удобрения с точки зрения продуктивности пшеницы и баланса фосфора в почве в условиях 2024 г.	93
25.	Садохина Т.А. Тенденции климатических изменений в лесостепной зоне Западной Сибири	98
26.	Соколов В.А., Панихин П.А. Зетри - перспективная фуражная культура	102
27.	Солошенко В.А., Кашеваров Н.И. Тенденции развития животноводства и кормопроизводства в Сибири	109
28.	Титова Д.И., Меджидов И.М., Харламов В.А. Влияние неравновесной аргоновой плазмы на дрожжи	112
29.	Титова Д.И., Харламов В.А., Меджидов И.М. Действие СВЧ плазмы на дрожжи <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	114
30.	Ткаченко Г.И. Выбор дозы жидкого азотного удобрения при внесении в рядок с семенами яровой пшеницы	120
31.	Тюрюков А.Г., Филиппов К.В. Приемы улучшения старовозрастных сенокосов лесостепи Приобья	123
32.	Утенков Г.Л., Бердникова Т.В. Управление энергоемкими технологическими процессами возделывания полевых культур	126
33.	Филиппов К.В. Приёмы формирования многолетних бобово-злаковых сенокосов в лесостепи Западной Сибири	129

Научное издание

ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОРМОПРОИЗВОДСТВА В СИБИРИ

**Сборник региональной научно-практической конференции,
посвященной 55-летию Сибирского научно-исследовательского
института кормов СФНЦА РАН**

(п. Краснообск, 28–29 апреля 2025 г.)

Компьютерная вёрстка: Т.А. Садохина, Н.В. Гаврилец

Печатается в авторской редакции

Гарнитура Times New Roman, Формат 60×84 1/8
Уч.-изд. л. 7,8. Усл. п. л. 17,1

Издательский центр «Золотой колос»
Новосибирского государственного аграрного университета
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел. (383) 267-09-10, e-mail: 2134539@mail.ru