

УДК 631.81:633.2:631.445.124

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПОДСЕВА ТРАВ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ БОТАНИЧЕСКОГО СОСТАВА ТРАВСТОЯ НА ВЫРАБОТАННОМ ТОРФЯНИКЕ

© 2023 г. Т. Ю. Анисимова

*Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа –
филиал Верхневолжского ФАНЦ
ул. Прянишникова, 2, п. Вяткино, Судогодский р-н, Владимирская обл. 601390, Россия*

E-mail: anistan2009@mail.ru

Поступила в редакцию 13.02.2023 г.

После доработки 03.03.2023 г.

Принята к публикации 15.04.2023 г.

Приведены результаты 5-летнего исследования изменения ботанического состава сеяных и природных травостоев, свойств почвы в зависимости от примененных агроприемов, которые включали прямой сев трав в дернину выработанного торфяника и применение минеральных удобрений. Внешение минеральных удобрений способствовало обогащению почвы доступными питательными веществами, что позволило повысить продуктивность трав в сочетании с подсевом в 2.0–4.7 раза, улучшить их качество за счет оптимизации ботанического состава травостоя. Установлено, что применение минеральных удобрений в дозах N60P60K90 и N60P90K120 в вариантах с природным и культурным фитоценозами обеспечивало увеличение доли ценных бобовых и злаковых трав, снижая долю разнотравья с 53 до 25–34%.

Ключевые слова: минеральные удобрения, подсев, травостой, ботанический состав, выработанный торфяник.

DOI: 10.31857/S0002188123070037, **EDN:** OEXABQ

ВВЕДЕНИЕ

При решении экологических проблем использования и охраны выработанных торфяников актуальным является вопрос создания на торфяных почвах культурных долголетних сенокосов. Приемы рационального использования луговых угодий и повышения продуктивности сенокосов должны основываться на применении простых и эффективных ресурсосберегающих технологий поверхностного улучшения лугов при выращивании на них многолетних трав, которые наиболее адаптированы к условиям выработанных торфяников: утилизируют энергию солнца, атмосферные осадки, полнее используют почвенный азот, полностью исключают ветровую эрозию почв [1].

Одними из основных и действенных способов увеличения продуктивности луговых трав является применение минеральных удобрений и подсев семян трав в ненарушенную дернину. Известно, что их использование результативно на всех типах луговых угодий, но наиболее эффективно на увлажненных почвах [2, 3]. Подсев трав позволяет сохранить структуру почвы и имеющиеся на ней

кормовые растения, что позволяет избежать недостатка кормов, который сказывается еще несколько лет после пересева [4, 5]. При этом для подсева пригодны только быстро произрастающие и энергично растущие растения, в особенности клевер розовый и тимopheевка. Для подсева достаточно 1/3–1/2 посевной нормы [6].

В многолетних бобово-злаковых травах, высеянных для улучшения лугового фитоценоза, накопление вегетативной массы зависит от вида и соотношения компонентов, применения системы удобрения. Ботанический состав формируемого травостоя характеризует его хозяйственную целесообразность. Знание направленности трансформационных процессов в агрофитоценозах дает возможность прогнозировать изменения ботанического состава, продуктивность трав и качество корма в определенных почвенно-климатических условиях. Важно, чтобы бобовые травы обеспечивали достаточно высокую урожайность в смешанном травостое, а злаковые компоненты не подавляли бобовые травы [3].

Ботанический состав травостоя претерпевает большие изменения в течение всей жизни трав за счет вытеснения одних видов другими, более приспособленными, наиболее резко это проявляется в первые годы после посева [1, 4, 7].

Цель работы — выявление закономерностей формирования видовой структуры и производительности сеяных и природных бобово-злаковых травостоев для определения динамики изменений ботанического состава природных и культурных фитоценозов в зависимости от примененных агроприемов.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили во Владимирской обл. на Байгушском мелкоконтурном торфяном месторождении. Тип торфяной залежи — переходный (А — 15.4, R — 45%). Общая площадь торфяного массива составляла 13.8 га, после проведения в 1985 г. мелиорации массив был разделен на 6 торфяных карт. До 2015 г. в сельскохозяйственном пользовании находились площади 1-й и 2-й торфяных карт, которые почти полностью сработаны и их использовали в основном под сенокос, в настоящее время площади заброшены.

На части 1-й торфяной карты после скашивания растительности и удаления кустарничков в 2017 г. был заложен полевой опыт по определению влияния применения минеральных удобрений и прямого сева семян многолетних трав на продуктивность фитоценозов и свойства почвы. Почва болотно-подзолистая (Gleyic (Histic) Albeluvisols) со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса — 1.86–2.0%, pH_{KCl} 6.1–6.4, содержание подвижного фосфора — 56–75, обменного калия — 46.5–58.2 мг/кг. Мощность пахотного слоя — 27–39 см. Тип растительности на участке был определен как деградированный разнотравно-злаковый луг. В дернину высевали бобово-злаковую травосмесь (2/3 от полной нормы посева), состоящую из быстрорастущих растений, таких как клевер розовый (*Trifolium hybridum*) и тимофеевка луговая (*Phleum pratense*). Минеральные удобрения вносили по схеме в виде аммиачной селитры, простого суперфосфата и калимага. Реализация исследовательских работ была основана на методике проведения опытов на сенокосах и пастбищах [8].

Исследования проводили с 2017 по 2021 г. согласно схеме, варианты:

1 — природный фитоценоз (ПФ) без подсева клеверо-тимофеечной смеси (контроль), 2 — ПФ + N60P60K90, 3 — ПФ + N60P90K120. 4 — культурный фитоценоз (КФ) с подсевом клеверо-ти-

мофеечной смеси, 5 — КФ + N60P60K90, 6 — КФ + N60P90K120. Общая площадь делянки — 62.5, учетная — 40 м², повторность четырехкратная, общая площадь под опытом — 0.15 га.

Азотные удобрения вносили дробно: в период весеннего отрастания (вместе с фосфорными и калийными) и после первого укоса трав.

Учеты урожая надземной массы трав выполнены с использованием портативной косилки, сплошное скашивание трав проведено ротационной навесной косилкой КРН-2,1, агрегатированной с МТЗ-82. Представлены суммарные за 2 укоса урожаи трав в фазе годности для приготовления сена: колошение у злаковых, цветение у бобовых.

Анализ почвенных образцов выполнены в лаборатории с использованием следующих методов: pH_{KCl} — по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85), гидролитическая кислотность — по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91), сумма поглощенных оснований — по методу Каппена (ГОСТ 27821-88), подвижные соединения фосфора и калия — по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 54650-2011).

Анализ растительных образцов проводили в лаборатории следующими методами: содержание азота — по ГОСТ Р 51417-99 с дальнейшим пересчетом в сырой протеин (коэффициент 6.25), фосфора — по ГОСТ 26657-97, калия — по ГОСТ 30504-97, содержание сухого вещества — по ГОСТ 31640-2012, ботанический состав травостоя, расчет обменной энергии и кормовых единиц — по ГОСТ Р 56912-2016 (корма зеленые) и другим методикам [9, 10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Метеорологические условия вегетационных периодов (апрель–сентябрь) в годы исследования оказывали различное влияние на продуктивность трав. После посева погодные условия благоприятствовали всхожести семян: при невысоких температурах воздуха выпало 118–181% осадков от нормы (табл. 1). Дефицит атмосферных осадков в начале лета оказал негативное влияние на урожайность трав 1-го года пользования (г.п.). При выращивании трав 2-го года пользования погодные условия в начале вегетации трав, а также в период наибольшего их роста и развития отмечены как засушливые, после 1-го укоса трав количество осадков составило 135–182% от среднесуточной нормы на фоне невысоких температур воздуха, что свидетельствовало о перенасыщении почвы и в целом не способствовало

формированию большой биомассы трав. Погодные условия при выращивании трав 3-го г.п. можно назвать идеальными для растений: достаточное количество осадков при теплой погоде, что благоприятно сказалось на урожае. При возделывании трав 4-го г.п. отмечен дефицит осадков, температура воздуха в течение лета превышала среднегодовую норму в среднем на 2,3°C. Таким образом, судя по величине гидротермического коэффициента, 40% вегетационных периодов характеризовались как неблагоприятные, 60% — как вполне благоприятные при среднегодовом показателе ГТК = 1.3 [11].

Анализ агрохимических свойств почвы полевого опытного участка показал, что применение изученных приемов не оказало негативного влияния на показатели рН и суммы обменных оснований в корнеобитаемом слое почвы. Сумма обменных оснований на 5-й год после закладки опыта возросла и оставалась на одном уровне. Отмечено увеличение содержания подвижного фосфора и обменного калия в верхнем слое почвы в вариантах с применением минеральных удобрений. В удобренных вариантах повышение относительно исходного содержания доступных растениям фосфора и калия составило 50–74 и 87–118 мг/кг соответственно. В вариантах без применения удобрений прирост составил: подвижного фосфора — 5 и обменного калия — 10 мг/кг. Таким образом, применение минеральных удобрений в течение 5-ти лет возделывания трав способствовало увеличению запасов подвижного фосфора и обменного калия в верхнем слое почвы.

У кормовых трав в отличие от других сельскохозяйственных культур используют надземную массу растений — листья, стебли, соцветия, которые являются источником питательных веществ и определяют их ценность как корма для животных [2, 9, 12]. Поэтому, чем больше в составе зеленой массы ценных бобовых и злаковых трав, тем выше качество корма. В ходе эксперимента нами были подтверждены основные положения формирования состава травостоя под влиянием минеральных удобрений, установленные многочисленными исследованиями в различных почвенно-климатических условиях (табл. 2).

Оценка ботанического состава травостоя в контрольном варианте показала, что соотношение компонентов не изменялось на протяжении всего периода исследования (рис. 1). Доля злаковых растений составляла в среднем 27, бобовых — 6, разнотравья — 53, вредных и ядовитых — 12%. Флористический состав растений был представлен малоценными в кормовом отношении травами: злаковых — белоусом, полевицей, щучкой,

Таблица 1. Гидротермический коэффициент (ГТК) в период проведения исследования

Условия увлажнения	Год наблюдений	Возраст трав	ГТК
Средневлажный	2017	Посев	1.55
Острозасушливый	2018	1-й г.п.*	0.90
Нормальный	2019	2-й г.п.	1.27
Нормальный	2020	3-й г.п.	1.34
Острозасушливый	2021	4-й г.п.	0.80

*г.п. — год пользования. То же в табл. 2, 3.

пыреем; бобовых — клевером белым, мышиным горошком; разнотравья — тысячелистником, одуванчиком, осокой, щавелем конским; вредных и ядовитых растений — звездчаткой, чистецом, калужницей, лютиками, мордовником, хвощами, полынью и др. Наличие вредных и ядовитых растений согласно ГОСТ Р 56912-2016. (Корма зеленые) свидетельствовало о непригодности травостоя для корма животных.

В варианте с культурным фитоценозом без удобрений доля бобовых в среднем за 4 года пользования превосходила количество злаковых растений, а также количество бобовых в контроле. На 4-й год пользования доля бобовых намного превзошла количество злаковых растений в удобренных вариантах без подсева, что было обусловлено и замедленным без достаточного минерального питания развитием подсеянного клевера, который к тому же обладает способностью биологической азотфиксации в отличие от злаковых, и засушливой погодой, которая была благоприятной для развития бобовых. Использование подсева способствовало изменению флористического состава злакового и бобового компонента уже со 2-го года проведения опыта (1 г.п.), среди злаковых доминировала тимopheевка, среди бобовых — клевер розовый. Но при применении только подсева не удалось избежать наличия в травостое вредных и ядовитых растений: их доля составляла в среднем 1.5–5.6%, что делало травостой непригодным для кормления животных.

Учет ботанического состава травостоя 1-го г.п. показал, что в вариантах с удобренным природным фитоценозом доля злаковых трав была больше на 21.4% доли бобовых, т.е. злаки в этих вариантах были более конкурентоспособными в отношении основных элементов минерального питания и положительно реагировали на внесение удобрений (рис. 1а). Подсев в сочетании с применением минеральных удобрений благотворно повлиял на развитие бобового компонента травостоя, в вариантах с культурным фитоценозом их доля возрос-

Таблица 2. Изменение травостоя в зависимости от примененных агроприемов и продолжительности использования травостоем

Вариант	Ботанический состав травостоя, %							
	злаки				бобовые			
	1-й г.п.	2-й г.п.	3-й г.п.	4-й г.п.	1-й г.п.	2-й г.п.	3-й г.п.	4-й г.п.
Природный фитоценоз								
Без удобрений (контроль)	24.2	27.2	32.5	25.2	12.0	1.7	3.2	3.6
N60P60K90	42.2	51.8	43.0	45.4	14.1	22.0	17.4	15.1
N60P90K120	43.8	44.8	34.5	29.0	19.7	38.5	40.0	26.5
Культурный фитоценоз								
Без удобрений	17.4	30.0	36.9	14.3	26.2	32.4	12.5	55.2
N60P60K90	23.4	49.6	41.0	28.2	41.4	29.2	30.2	46.8
N60P90K120	27.9	42.7	38.0	21.4	45.0	42.8	35.0	56.6
Вариант	Ботанический состав травостоя, %							
	разнотравье, включая осоковые				вредные, ядовитые			
	1-й г.п.	2-й г.п.	3-й г.п.	4-й г.п.	1-й г.п.	2-й г.п.	3-й г.п.	4-й г.п.
Природный фитоценоз								
Без удобрений (контроль)	54.6	58.3	51.8	58.5	9.2	12.8	12.5	12.5
N60P60K90	40.3	26.2	39.6	39.5	3.4	0.0	0.0	0.0
N60P90K120	36.5	16.7	25.5	44.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Культурный фитоценоз								
Без удобрений	50.8	36.1	49.0	27.5	5.6	1.5	1.6	3.0
N60P60K90	33.9	21.2	28.8	25.0	1.3	0	0.0	0.0
N60P90K120	27.1	14.5	27.0	21.7	0.0	0	0.0	0.0

ла на 14.6% по сравнению с вариантами без подсева трав, которое было обусловлено улучшением фосфорно-калийного питания бобовых растений. В вариантах без удобрений и с внесением N60P90K120 травостой из-за наличия в нем вредных и ядовитых растений был непригоден для корма животных.

При определении ботанического состава травостоя 2-го года пользования выявлено преобладание злакового компонента над бобовым во всех вариантах природного фитоценоза (рис. 1б). В вариантах с неудобренным культурным фитоценозом и при внесении N60P90K120 в сочетании с подсевом соотношение злакового и бобового компонента было равно $\approx 1 : 1$. Это могло свидетельствовать о достаточном питании бобовых растений в этих вариантах. Сочетание подсева и применения минеральных удобрений способствовало снижению доли малоценного в кормовом отношении разнотравья в среднем в вариантах на 38% по сравнению с контролем.

При возделывании трав 3-го года пользования при благоприятных условиях увлажнения, не-

смотря на некоторое изреживание клевера, была получена наибольшая за годы наблюдений урожайность трав. Установлено преобладание в травостое злаковых растений в вариантах без удобрений и при внесении дозы N60P60K90 (рис. 1в), что, возможно, было связано с улучшением азотного питания злакового компонента травостоя за счет минерализации накопившихся корневых остатков и экссудатов бобовых трав. В вариантах с внесением N60P90K120 бобовые растения или доминировали, или ненамного уступали злаковым в количестве. Можно считать, что применение дозы удобрений N60P90K120 способствовало получению зеленого корма, сбалансированного по составу компонентов, т.е. по мере взросления травостоя при достаточном увлажнении оптимальной дозой удобрений трав являлась доза полного удобрения N60P90K120. Доля разнотравья в удобренных минеральными удобрениями вариантах снизилась в среднем на 30% по сравнению с вариантами без удобрений.

На 4-й год пользования, который характеризовался как острозасушливый, в ботаническом со-

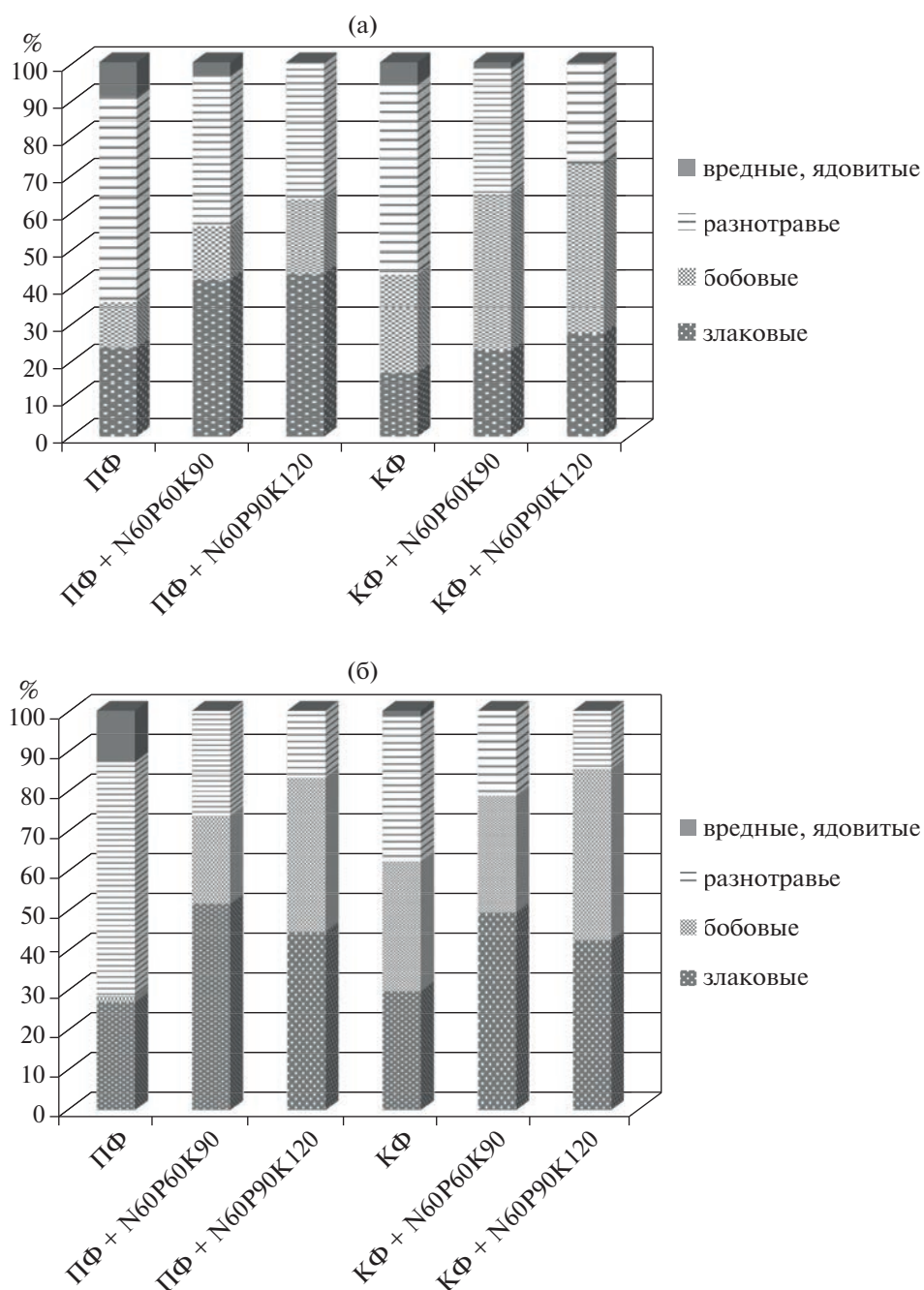


Рис. 1. Влияние агробиотехнологических приемов на ботанический состав травостоя: (а) – 1-й г.п., (б) – 2-й г.п., (в) – 3-й г.п. (1-й укос), (г) – 4-й г.п.

стае травостоя в вариантах без подсева так же как и предыдущие годы доминировали злаки (рис. 1г). По мере улучшения минерального питания (вариант ПФ + N60P90K120) соотношение злаковых и бобовых растений почти выравнивалось. В вариантах с подсевом заметно возросла доля бобовых трав – в среднем на 32% по сравнению со злаками, доля разнотравья в этих вариантах снизилась на 34% по сравнению с

контролем и на 17% по сравнению с вариантами без подсева. В засушливых условиях и по мере взросления травостоя комбинация использованных агроприемов способствовала увеличению доли бобовых растений.

Химический состав кормовых растений в опыте зависел от наличия и доступности отдельных биогенных элементов в почве. Подсев и минеральные удобрения способствовали достоверно-

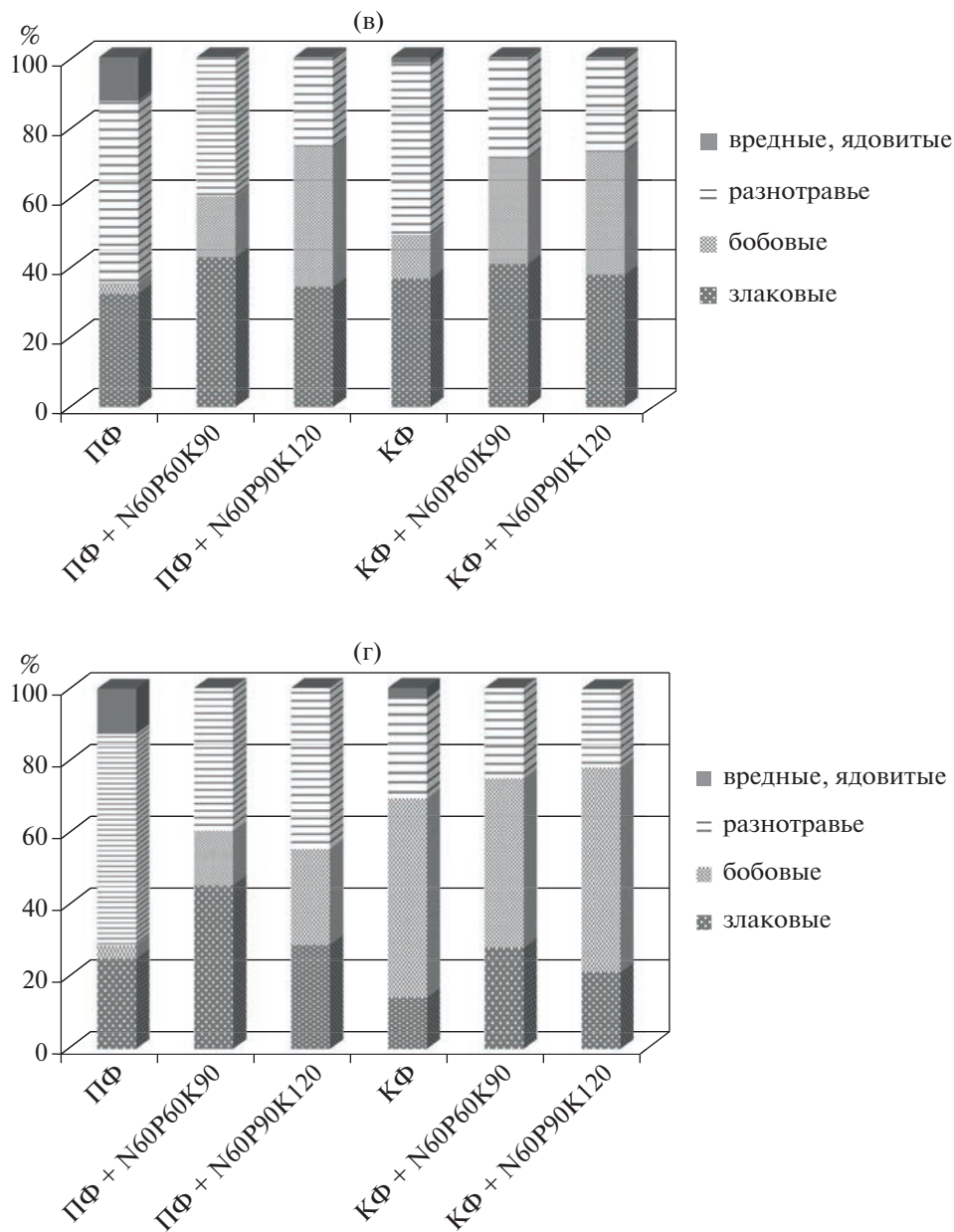


Рис. 1. Окончание.

му повышению в надземной массе трав содержания азота, фосфора и калия. Также установлена зависимость содержания фосфора и калия в растениях от условий увлажнения: в засушливые годы отмечено снижение в растениях содержания фосфора на 3–8% по сравнению со средними показателями в годы наблюдений, в вегетационные периоды с нормальным увлажнением содержание калия снижалось на 11–15%.

Применение агроприемов позволило повысить суммарную продуктивность травостоя, получить высококачественный корм (табл. 3). Еже-

годное внесение минеральных удобрений повысило продуктивность травостоя в среднем в опыте почти в 2 раза по сравнению с контролем. Сочетание подсева и внесения удобрений позволило увеличить продуктивность трав по сравнению с вариантами без подсева на 50–78%, а по сравнению с контролем – в 4.3–4.7 раза, что и повлияло также на величину чистого дохода в опыте. Наибольшая окупаемость 1 кг NPK, внесенных с удобрениями, 1 кормовой единицей, содержащейся в травах, получена также в вариантах с подсевом, этот показатель возрос почти в среднем в

Таблица 3. Агроэкономическая эффективность минеральных удобрений и подсева при выращивании многолетних трав

Вариант	Выход с 1 га				Чистый доход, тыс. руб./га	Окупаемость 1 кг NPK 1 к.е.
	ц к.е.	сырой протеин, кг	переваримый протеин, кг	ОЭ, ГДж/га		
Природный фитоценоз (ПФ)						
Без удобрений (контроль)	22.3	469	239	27.3	−1.03	—
N60P60K90	54.4	1109	593	66.3	5.06	3.1
N60P90K120	69.4	1431	750	85.1	13.7	3.5
Культурный фитоценоз (КФ)						
Без удобрений	45.8	979	583	64.2	24.4	—
N60P60K90	97.1	2060	1250	136	53.7	7.1
N60P90K120	104	2190	1310	144	52.2	6.0

1.7–2.3 раза по сравнению с природным фитоценозом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким, образом, анализ ботанического состава рекультивируемого сенокоса при использовании подсева семян трав и применения минеральных удобрений свидетельствовал об улучшении флористического состава угодья. В контрольном варианте без применения агроприемов тип сенокоса остался разнотравно-злаковый, присутствие в травостое вредных и ядовитых растений сделало невозможным использование травы для кормления животных. При использовании минеральных удобрений как без подсева, так и в сочетании с подсевом, был сформирован бобово-злаковый травостой, в котором в вариантах с применением N60P60K90 вредные и ядовитые растения исчезли, начиная со 2-го года пользования.

Внесение минеральных удобрений способствовало обогащению почвы доступными питательными веществами, что позволило повысить продуктивность трав в сочетании с подсевом в 2.0–4.7 раза, улучшить их качество за счет оптимизации ботанического состава травостоя.

Применение минеральных удобрений в дозах N60P60K90 и N60P90K120 в вариантах с природным и культурным фитоценозами обеспечивало увеличение доли ценных бобовых и злаковых трав, снижая долю разнотравья с 53 до 25–34%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковшова В.Н. Экологические аспекты использования выработанных торфяников под луговыми фитоценозами // Сб. мат-лов Междунард. научн.-практ. конф., посвящ. 100-летию основания Ки-

ровской лугоболотной опытной станции “Многофункциональное адаптивное кормопроизводство”. ФНЦ “ВИК им. В.Р. Вильямса”, Кировская лугоболотная опытная станция, 2018. Вып. 18(66). С. 29–35.

2. Кланн Э. Сенокосы и пастбища. М.: Сельхозиздат, 1961. 615 с.
3. Рудаевская Н.Н. Ботанический состав сеяных фитоценозов // Вестн. ГАУ Северного Зауралья. 2016. №. 2. С. 76–80.
4. Кук Д.У. Регулирование плодородия почвы. М.: Колос, 1970. 520 с.
5. Мееровский А.С., Пастушок Р.Т., Бирюкович А.Л., Михайлова О.С. Технологический регламент производства зеленого корма и сырья для заготовки кормов на улучшенных сенокосах // Мелиорация. 2021. № 1(95). С. 31–37.
6. Ромашов П.И. Удобрение сенокосов и пастбищ. М.: Колос, 1969. 184 с.
7. Лепкович И.П. Современное луговое хозяйство. СПб.: Профи-Информ, 2005. 420 с.
8. Новоселов Ю.К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 2-е изд. 1997. 197 с.
9. Гусаков В.Г., Бречко Я.Н., Сумонов М.Е. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства. Минск: Беларус. наука, 2006. 709 с.
10. Сычев В.Г., Лепешкин В.В. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. М.: МСХ РФ, ЦИНАО, 2002. 75 с.
11. Зворыкина О.Б., Бурцева Т.И., Васека К.Т. Агроклиматические ресурсы Владимирской области. М.–Ярославль: Верх.-Волж. кн. изд-во, 1968. 138 с.
12. Зотов А.А., Сабитов Г.А., Шукин Н.Н. Сенокосы и пастбища на торфяниках России. М.: Аверс Пресс, 2003. 435 с.

Transformation of the Botanical Composition of the Herbage with the Use of Mineral Fertilizers and Sowing Seeds on the Developed Peat Bog

T. Yu. Anisimova

*All-Russian Research Institute of Organic Fertilizers and Peat – branch of the Upper Volga FASC
ul. Pryanishnikova 2, d. Vyatkino, Sudogodsky district, Vladimir region 601390, Russia*

E-mail: anistan2009@mail.ru

The results of a 5-year study of changes in the botanical composition of seeded and natural herbage, soil properties depending on the applied agricultural techniques, which included direct sowing of grasses into the turf of the developed peat bog and the use of mineral fertilizers, are presented. The introduction of mineral fertilizers contributed to the enrichment of the soil with available nutrients, which made it possible to increase the productivity of herbs in combination with sowing by 2.0–4.7 times, to improve their quality by optimizing the botanical composition of the herbage. It was found that the use of mineral fertilizers in doses of N60P60K90 and N60P90K120 in variants with natural and cultural phytocenoses provided an increase in the proportion of valuable legumes and cereals, reducing the proportion of various grasses from 53 to 25–34%.

Keywords: mineral fertilizers, seeding, herbage, botanical composition, developed peat bog.