

продуктивность обоих сортов. Наибольшее негативное влияние засуха оказала на сорт Московский 2 на высоком минеральном фоне (табл. 2).

2. Продуктивность сортов ячменя, г/сосуд						
Сорт	1(NPK)		2(NPK)		Снижение от засухи, %	
	полив	засуха	полив	засуха	1(NPK)	2(NPK)
Владимир	9,18	7,14	15,10	12,24	22,20	18,90
Московский 2	4,93	2,55	5,95	1,12	48,30	81,18

Заключение. Сорта ярового ячменя различались по реакции на повышение фона минерального питания в нормальных условиях и при действии абиотического стресса, индуцированного почвенной засухой. В нормальных условиях культивирования у сорта Владимир повышение обеспеченности основными элементами минерального питания приводило к возрастанию ассимиляционной поверхности, стимуляции газообмена, увеличению нетто-ассимиляции и продуктивности. В условиях ограниченного водообеспечения высокий фон питания в большей степени, чем низкий, способствовал развитию адаптивных реакций и реализации репарационных возможностей и зерновой продуктивности, что приводило к меньшей его депрессии. Сорт Московский 2 с низкой метаболической активностью был менее продуктивен и менее устойчив.

Литература

1. Магомедов Н.Р., Абдуллаев А.А., Бабаев Т.Т., Абдуллаев Ж.Н., Караева Л.Ю. Фотосинтетическая деятельность сортов озимой пшеницы в

технологиях разных уровней интенсивности// Проблемы развития АПК региона – 2024. – № 2 (58). – С. 69-74.

2. Самсонова Н.Е., Титенок А.А. Особенности удобрения пивоваренного ячменя. В сборнике: Современные экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Сборник материалов международной научной конференции. – Смоленск, 2021. – С. 116-119.

3. Журбицкий З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. – М, 1963. – 293 с.

4. Ростовецва З.П. Рост и дифференциация органов растений (Апикальное нарастание и органогенез). – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1984. – 153 с.

5. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеониздат, 1984. – 264 с.

6. Осипова Л.В., Любунь Е.В., Курносоева Т.Л., Быковская И.А., Федорова Е.А., Ильченко К.Ю. Содержание биофильных элементов в зерне ячменя в зависимости от уровня питания и предобработки салициловой кислотой // Плодородие. – 2023. – № 4 (139). – С. 84-89.

7. Осипова Л.В., Курносоева Т.Л., Быковская И.А. Влияние минерального питания на физиолого-биохимические параметры яровой пшеницы в критический период развития // Плодородие. – 2023. – № 6 (135). – С. 42-46.

8. Самохина В.В., Мацкевич В.С., Гриусевич П.В., Змитрович И.В., Соколик А.И., Демидчик В.В. Транспортные системы, ответственные за выход калия из клеток высших растений: строение, регуляция и функции // В книге: X Съезд общества физиологов растений России "Биология растений в эпоху глобальных изменений климата". Всероссийская научная конференция с международным участием: тезисы докладов. – Уфа, 2023. – С. 316.

9. Гриусевич П.В., Самохина В.В., Демидчик В.В. Стресс-индуцируемая потеря электролитов клетками корня высших растений: история вопроса, механизм и физиологическая роль// Экспериментальная биология и биотехнология. – 2022. – №3. – С. 14-25.

THE EFFECT OF MINERAL NUTRITION ON THE PECULIARITIES OF ADAPTATION OF BARLEY VARIETIES TO SOIL DROUGHT

**I.A. Bykovskaya, L.V. Osipova, T.L. Kurnosova,
All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov"
(All-Russian Research Institute of Agrochemistry)
12755, Russia, Moscow, Pryanishnikova str., 31A, E-mail: legos4@yandex.ru**

The results of studies on the influence of the provision of basic elements of mineral nutrition on the physiological and biochemical parameters of two varieties of spring barley, under optimal cultivation conditions and under the influence of increasing soil drought, are presented. The peculiarities of adaptation of varieties by changing the parameters of growth, gas exchange, exosmosis of electrolytes and photosynthetic pigments are shown. It has been established that the variety-specificity of stress reactions depends on the availability of mineral nutrition.

Key words: adaptation, barley, varieties, drought.

УДК 633.26/29

DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.09

**ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПОД БОБОВО-ЗЛАКОВЫМИ
АГРОФИТОЦЕНОЗАМИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА**

**С.М. Авдеев¹, к.с.-х.н., А.В. Жевнеров², к.х.н., А.Р. Тяжкороб², Д.Ю. Осин², П.С. Ильин²,
А.Г. Черноок¹, к.б.н., Г.И. Карлов¹, д.б.н., М.Г. Дивашук^{1,2}, к.б.н.**

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии»
127550, Москва, ул. Тимирязевская, 42, E-mail: avdeevbio@yandex.ru

²ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49

**Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования
Российской Федерации № государственного задания FGUM-2024-0002**

Рассматривается динамика показателей почвенного плодородия после долготного выращивания бобово-злаковых травосмесей на основе люцерны изменчивой сортов Пастбищная 88 и Вега 87, а также сортов клевера лугового и ползучего за 1996-2022 г. Показано, что по истечении 23 лет исследования многолетние травы благоприятно влияли на плодородие почвы. Так, содержание N_{общ} после 23-летнего отчуждения надземной массы на делянках, где изучали злаки с сортами люцерны изменчивой увеличилось с 0,20% (1996 г.) до 0,33-0,35 %. Показатели гумуса (0-

20 см) также увеличились с 2,20 до 2,37-2,41 % в указанных вариантах в зависимости от режима использования. Динамика кислотности почвы имела тенденцию к повышению, поскольку отмечался существенный вынос Са и Mg с отчуждаемой зеленой массой. При прекращении внесения минеральных удобрений содержание P_2O_5 сократилось до 267,0-316,0 мг/кг (460 мг/кг – в 1996 г.) на делянках, где изучали злаки и сорта люцерны изменчивой, при этом $K_{подвиж}$ был равен 17,0-32,5 мг/кг почвы.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, бобово-злаковые травосмеси, люцерна изменчивая, pH, гумус, фосфор, калий, общий азот, агрофитоценоз.

Для цитирования: Авдеев С.М., Жевнеров А.В., Тяжкороб А.Р., Осин Д.Ю., Ильин П.С., Черноок А.Г., Карлов Г.И., Дивашук М.Г. Динамика агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы под бобово-злаковыми агрофитоценозами в условиях изменяющегося климата// Плодородие. – 2024. – №6. – С. 42-48.
DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.09.

В связи с необходимостью повышения обеспечения населения России продукцией животноводства высокого качества, формирование высокопродуктивной кормовой базы – одна из важнейших задач агропромышленного комплекса [1-3].

Одной из актуальных современных тенденций является использование биологических ресурсов. К ним относятся: симбиотическая азотфиксация культур семейства бобовых, а также рациональное использование корневых остатков трав и зеленого удобрения [4, 8, 9].

По мнению ряда ученых, широкое выращивание многолетних трав, а также их смесей положительно влияет на показатели почвенного плодородия. Так, в условиях Северного Прикаспия, где ячмень высевали по пласту многолетних травосмесей с включением бобовых видов, содержание гумуса увеличилось на 0,03 %, подвижного P_2O_5 – на 0,7 мг/кг, подвижного K_2O – на 0,9 мг/кг [5, 6].

Цель исследований – определить динамику основных агрохимических показателей почвы, таких как содержание азота, фосфора, калия, а также уровня кислотности при непрерывном возделывании многолетних трав различного видового и сортового состава в агроклиматических условиях Московской области.

Методика. Изучение проводили на территории РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева в 1996–2022 г.

Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, перед началом исследования (1996 г.) имела следующие агрохимические показатели в слое $A_{пах}$ – 20-22 см: гумус- 2,2%, P_2O_5 (по Кирсанову) – 460,0 мг/кг почвы, K_2O (обм.) – 800,0 мг/кг почвы; $pH_{сол}$ 6,30. Калийные удобрения (K_{180}) вносили до 2012 г., затем их не применяли. Удобрение вносили равными долями по укосам.

Агротехника соответствовала рекомендованной для данной зоны.

В условиях двухфакторного опыта при 2- и 3-кратном отчуждении с 1996 по 2002 г. изучали следующие варианты:

1. Кострец безостый + тимopheевка луговая – злаки;
2. Злаки + N_{90} ;
3. Клевер ползучий сорта ВИК 70;
4. Клевер луговой сорта ВИК 7;
5. Люцерна изменчивая сорта Вега 87;
6. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88;
7. Клевер ползучий сорта ВИК 70 + злаки;
8. Клевер луговой сорта ВИК 7 + злаки;
9. Люцерна изменчивая сорта Вега 87 + злаки;
10. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88 + злаки.

В 2003 г. в третьем варианте высевали клевер ползучий сорта Нанук, а в четвертом – клевер луговой сорта Марс. В седьмом варианте провели подсев клевера ползучего сорта Нанук, а в восьмом варианте – клевера лугового сорта Марс.

В 2006 г. в третьем варианте повторно высевали клевер ползучий сорта Нанук, в четвертом варианте провели перезалужение травостоя клевера лугового посевом люцерны изменчивой сорта Селена, в пятом варианте по пласту люцерны изменчивой сорта Вега 87 высевали клевер луговой сорта Марс. В седьмом варианте был подсеян в дернину клевер ползучий сорта Нанук, в восьмом варианте – люцерна изменчивая сорта Селена, в девятом – клевер луговой сорта Марс. Подсев проводили в клиновидные бороздки с междурядьями 35 см на глубину 1-1,5 см, подсев трав – после фрезерования в один след на глубину 12 см. Норма посева клевера лугового составила 14 кг/га всхожих семян. При подсеве в дернину нормы посева снизили на 30%.

Средний уровень продуктивности агрофитоценозов за период исследования представлен на рисунке 1.

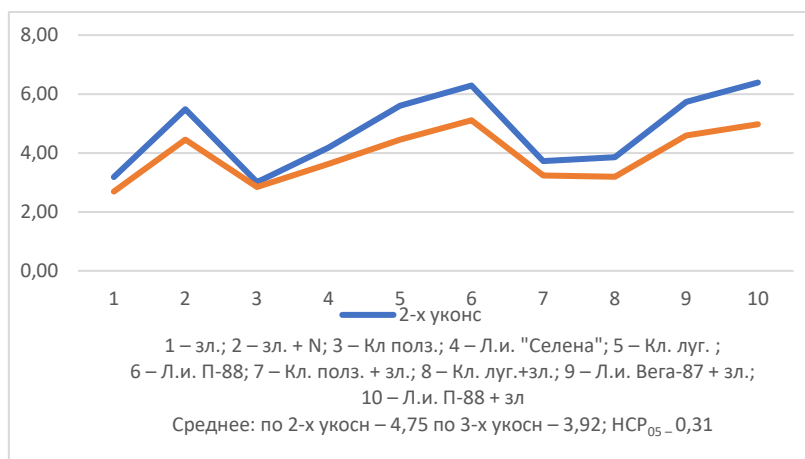


Рис. 1. Средний уровень урожайности агрофитоценозов (т/га) за период исследования

В нашем исследовании гумус определяли по Тюрину, $pH_{\text{сол}}$ – потенциометрически, $N_{\text{общ.}}$ – по Кьельдалю, P_2O_5 и K_2O – по Кирсанову.

Результаты и их обсуждение. Рассмотрим обеспеченность почвы опытного участка подвижным

фосфором. К 2009 г., содержание фосфора в пахотном слое почвы уменьшилось до 203,0-235,0 мг/кг (рис. 2-4). В наибольшей степени эта убыль отмечалась в варианте с внесением азотных удобрений – до 203,0-205,0 мг/кг.

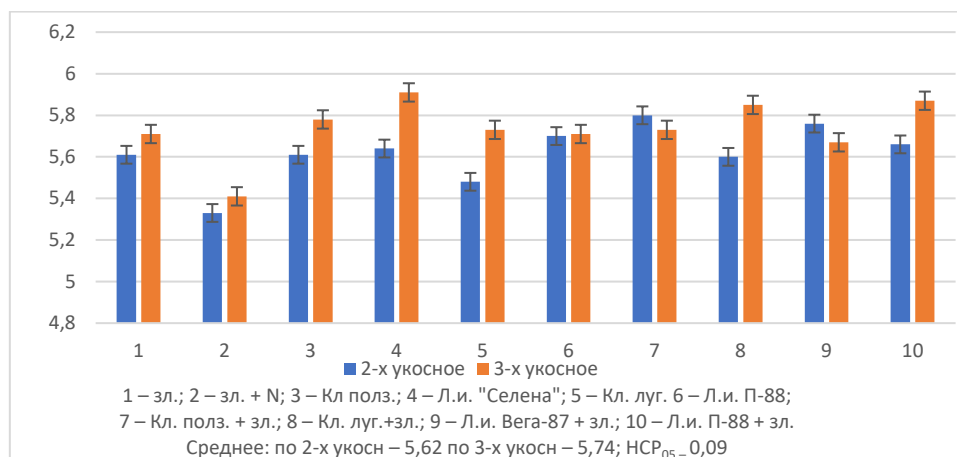


Рис. 2. Динамика изменения $pH_{\text{сол}}$ почвы после 14-летнего периода выращивания травостоев (2009 г.) (Яцкова В.Г., 2009 г.)

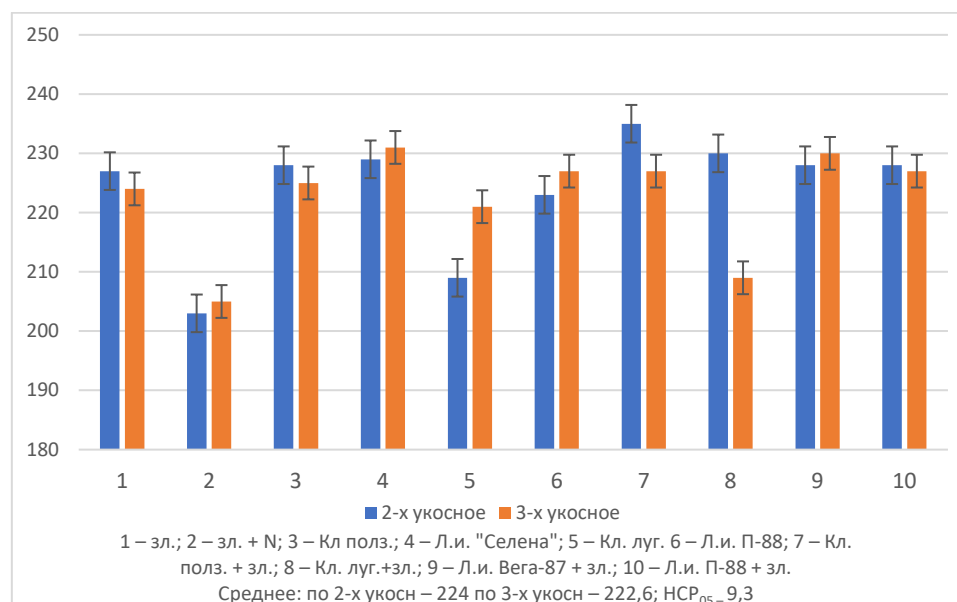


Рис. 3. Динамика содержания в почве P_2O_5 после 14-летнего периода выращивания травостоев (2009 г.) (Яцкова В.Г., 2009 г.)

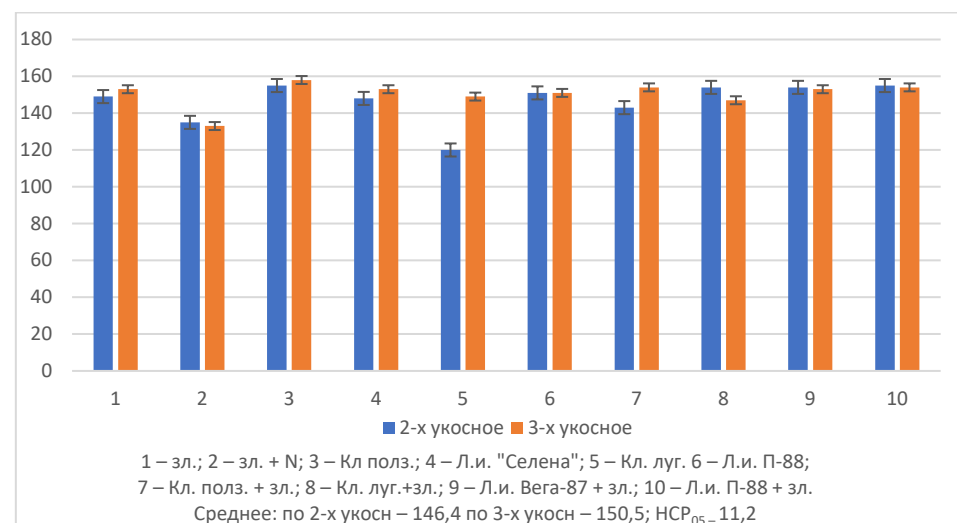


Рис. 4. Динамика содержания в почве K_2O (обменный) после 14-летнего периода выращивания травостоев (2009 г.) (Яцкова В.Г., 2009 г.)

Благодаря корневой системе, проникающей в глубокие горизонты, многолетние представители семейства бобовых способны поглощать элементы питания, в том числе фосфор, из глубоких почвенных слоев.

Следует отметить, что варианты с люцерно-злаковыми травосмесями (вар. 9 и 10) показали максимальную сохранность элемента в почвенном профиле при стабильно высоких уровнях продуктивности. Так травосмеси с люцерной изменчивой сортов Вега 87 и Пастбищная 88 имели содержание P_2O_5 на уровне 227,0-230,0 мг/кг почвы без учета режима использования.

После последующих 13 лет использования, когда изучаемые варианты перешли в условный период старовозрастных с преобладанием сорной растительности, а также в условиях прекращения внесения калийных и азотных удобрений с 2013 г., во многих вариантах наблюдалось резкое сокращение культурных видов трав в ботаническом составе. Снижение выноса с урожаем и отмирание корневых систем культурных трав привели к некоторому повышению содержания фосфора в почвенном профиле до 255,0-354,0 мг/кг почвы (рис. 5-7).

Увеличение содержания фосфора в почве исследуемых травосмесей при скашивании 2 раза за сезон составило от 203,0-235,0 мг/кг почвы в 2009 г. до 251,0-354,0 мг/кг в 2022 г. При увеличении частоты скашивания повышение составляло от 205,0-231,0 до 225,0-326,0 мг/кг почвы. При этом максимальные значения обеспеченности фосфором почвенного пахотного профиля наблюдаются в вариантах с люцерной изменчивой.

Такая тенденция обуславливается увеличением кислотности почвы, что способствует более высокому выходу и определению подвижных форм этого элемента, высоким накоплением корневых остатков в почве у бобовых трав, особенно у люцерны изменчивой.

Регулярное внесение K_{180} равными долями под укосы положительно повлияло на увеличение этого элемента в почве до 120,0-158,0 мг/кг (2009 г.) при том, что при закладке опыта в 1996 г. оно составляло 80 мг/кг. Считается, что азотные удобрения способны усиливать усвоение сельскохозяйственными культурами калия из почвенного профиля, в связи с чем под травосмесью, под

которую вносили азотные удобрения, из-за существенного отчуждения калия с зеленой массой его содержание в почве зафиксировано на минимальном уровне – 133,0-135,0 мг/кг. После уменьшения урожайности зеленой массы, вызванного возрастным фактором посева, начинается накопление калия в почве.

Так, если в 2009 г. при двукратном скашивании надземной массы содержание K_2O (обменный) составило 120,0-155,0 мг/кг почвы, то в 2022 г. содержание калия (подвижный) было 17,0-45,0 мг/кг почвы из-за отсутствия использования данного вида удобрений с 2013 г. В агрофитоценозах при скашивании зеленой массы 3 раза за вегетационный сезон, содержание калия сократилось с 147,0-158,0 до 20,0-49,0 мг/кг. Следует отметить, что самое низкое содержание зафиксировано в травосмесях с высокой урожайностью, где присутствовали сорта люцерны изменчивой. Высокая продуктивность данных травосмесей приводила к существенному выносу калия и обеднению почвенного слоя этим элементом.

Бобовые виды и сорта трав считаются очень чувствительными к реакции почвенной среды. К 2009 г. в агрофитоценозах, где присутствовали сорта бобовых pH_{KCl} снижался вплоть до 5,48-5,87. Минимальное значение (5,33-5,41) было у злакового варианта с ежегодным внесением азотных удобрений, что обусловлено их физиологической кислотностью. Двухукосные варианты отличались большей урожайностью, что приводило к большему выносу кальция и вызывало более сильное подкисление почвенного профиля.

Отсутствие внесения извести, Ca и Mg продолжило тенденцию к увеличению кислотности почвы. Анализ 2022 г. показал, что $pH_{сол.}$ почвы при двухукосном использовании составлял 5,20 – 5,51 при том, что в 2014 г. уровень колебался от 5,33 до 5,76. При увеличении интенсивности отчуждения надземной массы до 3 раз за вегетацию, $pH_{сол.}$ в 2022 г. составлял 5,21-5,61 ед. Несмотря на прекращение применения физиологически кислого азотного удобрения, злаковый вариант, где большую часть времени его применяли, показал один из самых сильных уровней кислотности почвы 5,28 – при двукратном скашивании и 5,21 при трехкратном.

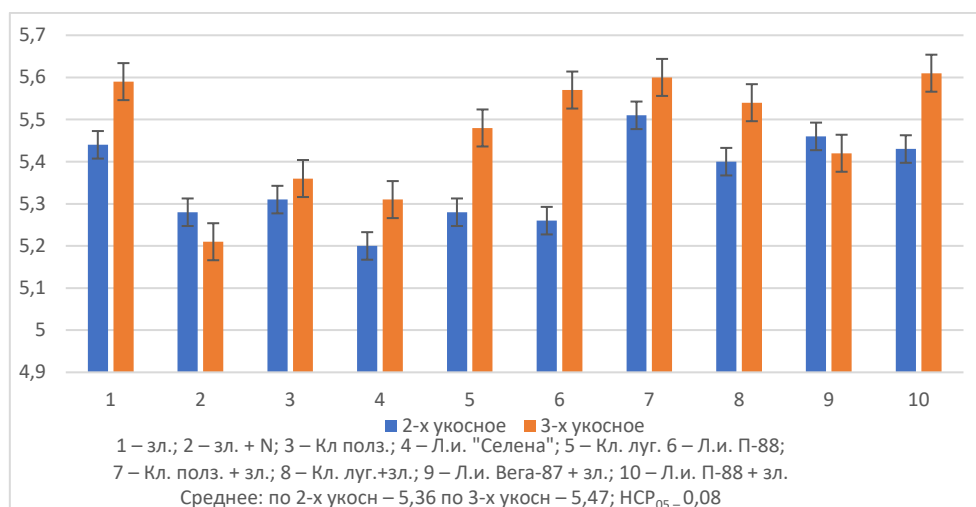


Рис. 5. Динамика кислотности почвы после 27-летнего выращивания травостоев (2022 г.)

При этом стоит отметить, что самый меньший уровень подкисления отмечался в вариантах с люцерной изменчивой сорта Пастбищная 88 со злаками. Так,

значения $pH_{сол.}$ составляли 5,59 и 5,61 соответственно при двух- и трехкратном отчуждении надземной массы.

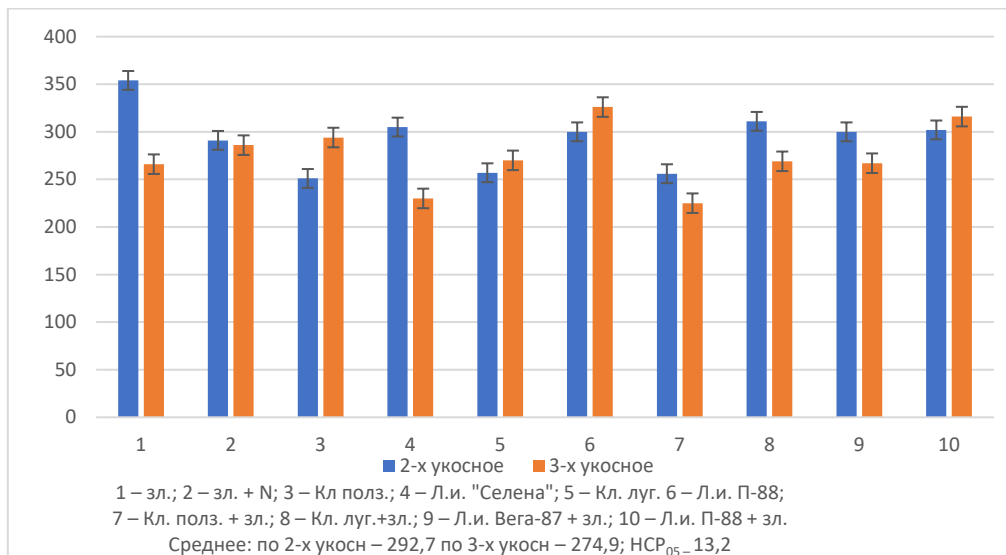


Рис. 6. Динамика содержания в почве P_2O_5 после 27-летнего периода выращивания травостоев (2022 г.)

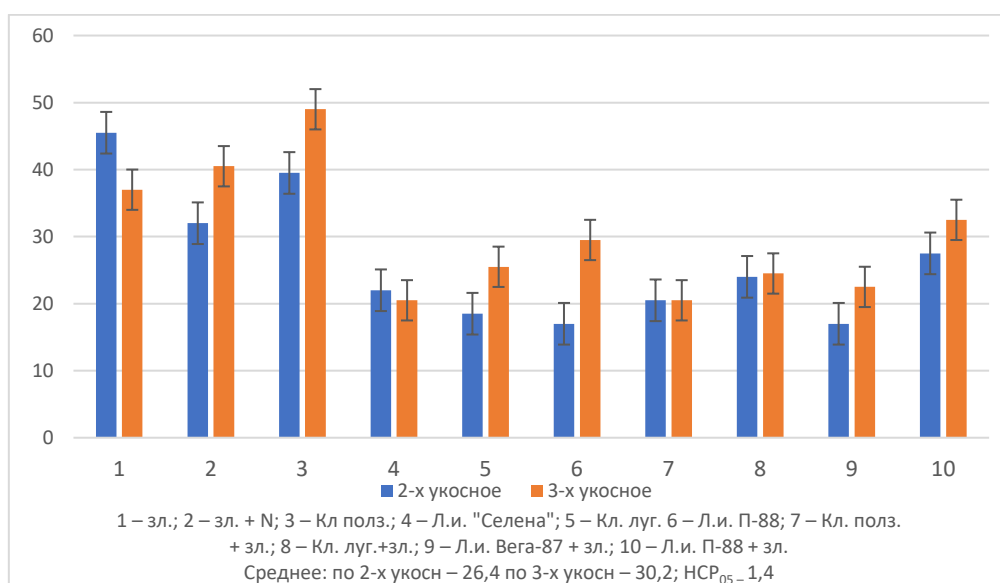


Рис. 7. Динамика содержания в почве K_2O (подвижный) после 27-летнего периода выращивания травостоев (2022 г.)

Одним из главных показателей, характеризующих почвенное плодородие, является содержание гумуса и азота в почвенном профиле. Данные универсальные показатели могут в полной мере охарактеризовать потенциальную способность почвы формировать высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Изучаемые культуры – многолетние травы, по данным многих авторов, благоприятно влияют на показатели этих параметров. При этом, благодаря нашему длительному исследованию, можно корректно оценить вклад каждой травосмеси и режима использования в повышение почвенного плодородия (рис. 8, 9).

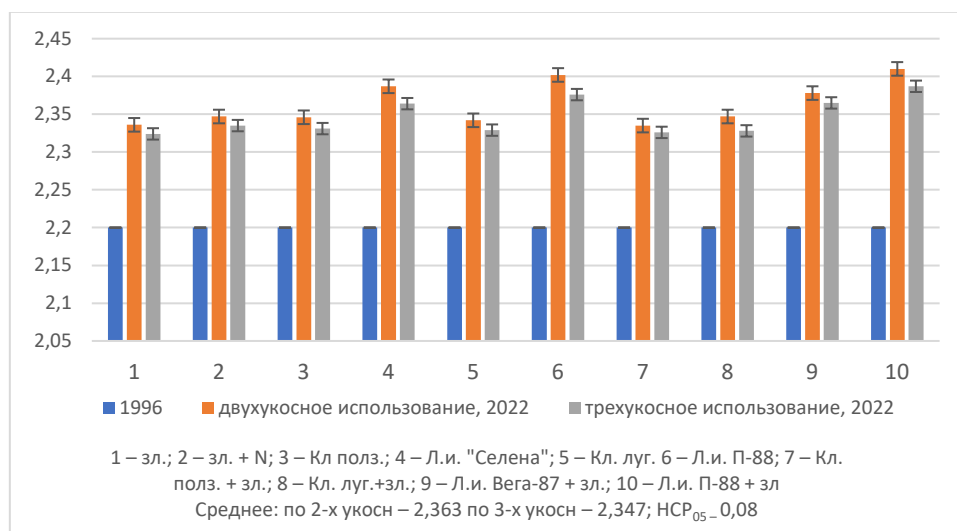


Рис. 8. Динамика содержания гумуса (%) после 27-летнего периода выращивания травостоев

По прошествии 27 лет исследования был проведен анализ содержания в слое 0-20 см общего азота и гумуса. При закладке опыта в 1996 г. содержание общего азота было 0,20 %, а гумуса – 2,20%. По прошествии периода исследования содержание данных параметров возросло во всех без исключения вариантах травосмесей и режимах использования.

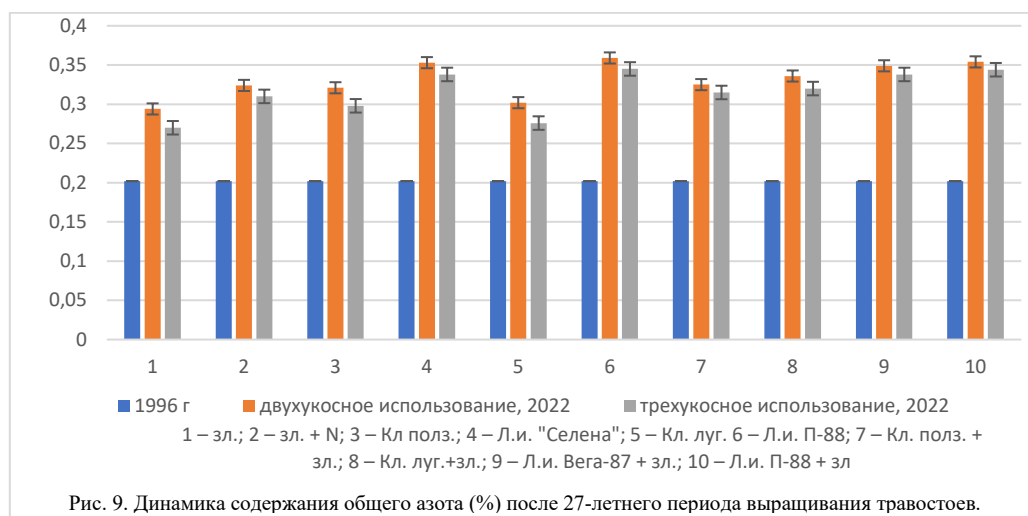


Рис. 9. Динамика содержания общего азота (%) после 27-летнего периода выращивания травостоев.

Наибольший прирост данных показателей отмечен под агрофитоценозами, где бобовый компонент представлен сортами люцерны изменчивой. Так, вариант с люцерной изменчивой сорта Пастбищная 88 со злаками увеличил содержание общего азота до 0,36 и 0,35 %, а гумуса до 2,41 и 2,39 % при различных режимах скашивания. При исключении злакового компонента из травосмеси показатели изменились незначительно: до 0,35 – 0,34% и 2,40 и 2,37 % соответственно.

Агрофитоценоз с монопосевом люцерны сорта Селена, благодаря разветвленной корневой системе и высокой способности культуры к фиксации азота из атмосферы, также был близок сорту Пастбищная 88 по влиянию на увеличение почвенного плодородия. Содержание азота увеличилось до 0,35-0,33% и гумуса до 2,38-2,36%.

С точки зрения влияния на содержание изучаемых параметров к вариантам с люцерной был близок агрофитоценоз со злаками при наличии азотного питания. Азотные удобрения стимулировали активный рост растений, в том числе развитие корневой системы, что благоприятно влияло на содержание данного компонента в почве. Содержание общего азота в почвенном профиле составляло 0,32-0,31%, а гумуса – 2,35-2,34%.

Такому же уровню соответствовали и варианты агрофитоценозов, где бобовый компонент представлен различными видами клевера.

Выводы. В результате анализа показателей почвенного плодородия во время проведения длительного исследования (23 года) установлено, что в условиях Нечерноземной зоны за период 1996-2022 г. многолетние травы в целом благоприятно влияли на данные показатели. При этом следует выделить варианты с участием люцерны изменчивой сорта Пастбищная 88, которая за счет симбиотической азотфиксации обеспечила повышение уровня общего азота с 0,20 до 0,35 и 0,34 % в смеси со злаками и до 0,36 и 0,35% в монопосеве при двух- и трехкратном скашивании соответственно.

Содержание гумуса в данных вариантах возросло с 2,20 до 2,41 и 2,39 % в травосмесях и до 2,40 и 2,38 % в

Наименьший прирост отмечен в контрольном варианте, где отсутствовали бобовые культуры и не вносили азотные удобрения. Содержание общего азота в слое 0-20 см в данном агрофитоценозе составило 0,29 и 0,27 % а гумуса – 2,34 и 2,32 % при двух- и трехкратном скашивании трав соответственно.

одновидовом посеве при менее или более интенсивных режимах отчуждения соответственно.

Литература

1. Авдеев, С. М. Формирование подземной массы злаковыми и бобово-злаковыми травосмесями в центральном районе Нечерноземной зоны РФ / С. М. Авдеев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3. – С. 5-17. – DOI 10.26897/0021-342X-2022-3-5-17. – EDN JROTJQ.
2. Владимиров, В. В. Создание укосных травостоев с люцерной изменчивой в чистом виде и в смеси со злаками в условиях Ленинградской области / В. В. Владимиров // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 56. – С. 19-24. – DOI 10.24411/2078-1318-2019-13019. – EDN UAEMFT.
3. Долголетие и урожайность злаковых трав газонного типа при использовании на кормовые цели / Н. Н. Лазарев, В. В. Соколова, Я. Г. Бутко, С. М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2019. – № 2. – С. 8-13. – EDN ZJLUQF.
4. Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) в пастбищных экосистемах / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, А. Р. Тяжкороб, С. М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2020. – № 8. – С. 20-26. – EDN HQVFKZ.
5. Корнышев, Д. С. Многолетние бобово-злаковые травостой как источник повышения почвенного плодородия / Д. С. Корнышев, Т. Н. Карасева // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : сборник научных трудов по материалам V Международной научной экологической конференции, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 28–30 марта 2017 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 421-424.
6. Кудряшова, Н. И. Многолетние бобово-злаковые травосмеси как предшественники для ярового ячменя / Н. И. Кудряшова, Г. К. Булахтина, А. В. Кудряшов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 1(61). – С. 152-161. – DOI 10.32786/2071-9485-2021-01-15.
7. Куренкова, Е. М. Изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы при выращивании люцерно-злаковых травостоев / Е. М. Куренкова, Н. Н. Лазарев // Доклады ТСХА : Сб. статей, М., 02–04 декабря 2020 года. – М.: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – С. 120-123.
8. Симбиотическая фиксация азота многолетними бобовыми травами в луговых агрофитоценозах / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, С. М. Авдеев [и др.] // Кормопроизводство. – 2022. – № 2. – С. 20-28. – EDN BPHMZE.
9. Улучшение сенокосов и пастбищ подсевом бобовых трав в дернину (обзор) / Н. Н. Лазарев, С. М. Авдеев, А. Ю. Бойцова [и др.] // Кормопроизводство. – 2023. – № 7. – С. 3-9. – EDN RXCDHF.

S.M. Avdeev¹, A.V. Zhevnerov²,
A.R. Tyazhkorob², D.Yu. Osin², P.S. Ilyin², A.G. Chernook¹, G.I. Karlov¹, M.G. Divashuk^{1,2}
1 – All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology,
127550 Moscow, 42 Timiryazevskaya str., 89031019192 E-mail: avdeevbio@yandex.ru
2 – Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,
127550 49 Timiryazevskaya str., Moscow

The results of the analysis of the dynamics of soil fertility indicators after a long period of growing legume-cereal grass mixtures based on varieties of alfalfa changeable Pasture 88 and Vega 87, as well as varieties of meadow clover and creeping clover for the period 1996-2022 are considered. It is shown that after 23 years of research, perennial grasses had a beneficial effect on such indicators of soil fertility as the content of humus and total nitrogen. The total nitrogen content after 23 years of using grass stands in variants with alfalfa-cereal grass mixtures increased from 0.20% at the start of the experiment to 0.33-0.35%. At the same time, the humus content in the 0-20 cm layer also increased from 2.20% to 2.36-2.41% under these options, depending on the mode of use. The dynamics of soil acidity showed a tendency to increase due to the high yield of calcium and magnesium. The content of available forms of phosphorus and potassium can be maintained at the correct level, provided that the removal is compensated, but when the application of mineral forms was stopped, the value of P₂O₅ decreased from 460.0 mg/kg of soil to 267.0-316.0 mg/kg in alfalfa-cereal agrophytocenoses, and the content of mobile potassium was fixed at 17.0-32.5 mg/kg of soil.

Keywords: variable alfalfa, alfalfa-cereal grass mixtures, pasture soil, humus, total nitrogen, phosphorus, potassium, pH.

УДК 631.81: 631.582:631.4

DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.10

ПРОДУКТИВНОСТЬ И БАЛАНС ОСНОВНЫХ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В СЕВООБОРОТАХ С РАЗЛИЧНЫМ НАСЫЩЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ

А.М. Конова, к.с.-х.н., А.Ю. Гаврилова, к.б.н., Федеральный научный центр лубяных культур
170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский проспект, д. 17/56

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема №FGSS-2024-0004)

Проанализированы данные длительного стационарного опыта, заложенного в условиях Смоленской области на полях ФГБНУ ФНЦ ЛК, по изучению продуктивности севооборота и баланса элементов питания в условиях различного насыщения минеральными удобрениями. При высоком насыщении севооборота зерновыми культурами (до 71%) и внесении полных доз минеральных удобрений происходило снижение урожайности до 36,4 ц/га з.е. в связи с ухудшением инфекционного фона. Наибольшая продуктивность севооборота (до 40 ц/га з.е.) получена в V ротации, в которой наблюдалось уменьшение зернового компонента (57%) за счет введения в севооборот пропашной культуры (14%) при сохранении доли бобовых (29%). Установлено, что с включением в севооборот ещё одного поля многолетних трав отмечено снижение дефицита азотного элемента питания в структуре баланса за счёт увеличения уровня симбиотической азотфиксации. Исключение с VII ротации поля с пропашной культурой позволило свести дефицит азота к минимуму. В полевом севообороте, даже при применении минимальных доз фосфорных удобрений (40 кг/га), удавалось сохранить положительный баланс фосфора. По мере увеличения уровня интенсификации возрастала и интенсивность баланса исследуемого элемента. Баланс калия определялся степенью насыщения севооборота калийными удобрениями и устанавливался на бездефицитном уровне при систематическом внесении не менее 60-100 кг/га калия.

Ключевые слова: полевой опыт, минеральные удобрения, севооборот, продуктивность, дерново-подзолистая почва, баланс.

Для цитирования: Конова А.М., Гаврилова А.Ю. Продуктивность и баланс основных макроэлементов в севооборотах с различным насыщением минеральными удобрениями// Плодородие. – 2024. – №6. – С. 48-51.
DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.10.

Одним из главных условий обеспечения стабильного уровня урожайности сельскохозяйственных культур являются сохранение и рациональное использование плодородия почв. Как подчеркивал Д.Н. Прянишников, для того чтобы обеспечить растения необходимыми питательными веществами, они поглощают из почвы различные элементы, тем самым истощая плодородный почвенный слой [1].

До начала 90-х годов баланс азота, фосфора и калия в земледелии России был положительным, а их

поступление превышало расход почти на 40 млн т [2, 3]. В последующие годы объем применения минеральных удобрений значительно сократился. Это привело к сдвигу баланса в отрицательную сторону с явным преобладанием выноса питательных веществ над их поступлением в почву [4, 5].

Различные исследования показывают, что возделывание сельскохозяйственных растений без удобрений, особенно в условиях дефицита питательных веществ в почве, приводит к постепенному истощению запасов