

УДК 631.811:633.16

М. А. Евдокимова*Марийский государственный университет, Йошкар-Ола***ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАТЕЛЬНОГО РЕЖИМА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПОД ПОСЕВАМИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ**

Целью исследований являлась оптимизация питательного режима дерново-подзолистой почвы, позволяющая получить 3 т зерна ярового ячменя с одного гектара. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: выявить влияние предшественников и минеральных удобрений на питательный режим почвы, продуктивность ярового ячменя и определить окупаемость минеральных удобрений при производстве зерна ячменя. Исследования проводили методами полевого двухфакторного опыта и лабораторных анализов по общепринятым и рекомендованным для зоны методикам. Схема опыта: фактор А – предшественники ячменя (1 – озимая тритикале, 2 – картофель); фактор В – дозы минеральных удобрений (1 – без удобрений, 2 – $N_{60}P_{60}$, 3 – $N_{60}K_{60}$, 4 – $P_{60}K_{60}$, 5 – $N_{60}P_{60}K_{60}$). Согласно системе удобрения в севообороте при возделывании озимой тритикале под предпосевную культивацию вносили $N_{65}P_{70}K_{60}$ на программируемую урожайность 3 т/га, а под картофель – 40 т навоза под зяблевую вспашку и под предпосевную культивацию $N_{85}P_{50}K_{50}$ на программируемую урожайность 30 т/га. Независимо от предшественника максимальное содержание нитратов в почве наблюдалось в фазу кущения, а затем резко снижалось, лучшее обеспечение растений ярового ячменя азотным питанием было при размещении его в севообороте после картофеля. В период появления всходов растения ячменя были лучше обеспечены доступным фосфором и обменным калием питанием при размещении ячменя после картофеля. Вследствие использования питательных элементов растениями к фазе созревания зерна их содержание в почве снижалось. Применение минеральных удобрений под предпосевную культивацию позволило улучшить питательный режим почвы и обеспеченность элементами питания растений. В результате исследований установлено, что путем подбора предшественника и определенных сочетаний удобрений можно значительно улучшить питательный режим дерново-подзолистой почвы, повысить эффективность удобрений, увеличить производство продукции земледелия. Для получения урожайности ярового ячменя 3 т/га на малогумусной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с повышенным содержанием фосфора и калия его посева размещали после картофеля и применяли $N_{60}P_{60}K_{60}$ под предпосевную культивацию.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, питательный режим почвы, яровой ячмень, предшественник, озимая тритикале, картофель, урожайность, минеральные удобрения, окупаемость удобрений

В Российской Федерации дерново-подзолистые почвы занимают более 17 млн га пахотных земель [3], ими представлена основная часть фонда пахотных земель Нечерноземной зоны [5]. На территории Республики Марий Эл доля дерново-подзолистых почв составляет около 85 % [15]. В силу генезиса для данного типа почв характерен низкий уровень естественного плодородия, промывной тип водного режима, недостаточное содержание усвояемых соединений питательных веществ, повышенная кислотность и слабая гумусированность, неблагоприятные физико-химические и биологические свойства [2; 5]. Для поддержания на дерново-подзолистых почвах необходимого уровня плодородия и ведения на них прибыльного земледелия требуется применение комплексных агрохимических средств [1].

Уровень урожайности сельскохозяйственных культур зависит от многих факторов: почвенных, климатических, технологических и других. Наиболее регулируемым является питательный режим почвы на фоне единой технологии. Одним из важнейших показателей почвенного плодородия является содержание в почве необходимых элементов питания для растений, причем при формировании урожайности сельскохозяйственных культур основную роль играет не только обеспеченность растений элементами питания, но и содержание их доступных форм. Питательный режим почвы под каждой культурой севооборота формируется за счет сложного взаимодействия абиотических, биотических и антропогенного факторов. В этом взаимодействии важна каждая деталь: предшественник и количество растительных остатков,

оставляемое им; формы и дозы вносимых удобрений под него; внесение удобрений под возделываемую культуру и т. д. В основном для роста и развития растений необходимо наличие трех главных элементов – азота, фосфора и калия. Установлено, что для формирования урожая необходимо различное количество этих элементов питания. По данным М. А. Евдокимовой (2005), для формирования 1 тонны зерна ярового ячменя в условиях Марий Эл необходимо 22–26 кг азота, 10–12 кг фосфора, 15–19 кг калия [6].

Сравнительный анализ фактической урожайности данной культуры в хозяйствах Республики Марий Эл (1,5–2,0 т/га) с потенциальными возможностями сортов и почвенно-климатическими условиями (4,5–6,0 т/га) показывает, что они используются далеко не полностью [7]. При оптимизации питательного режима почвы под сельскохозяйственными культурами актуальной проблемой является выбор предшественника и разработка системы удобрения ячменя, которая позволит получить высокий урожай зерна ячменя. Качество предшественника определяется степенью и характером его влияния на последующую культуру, которое зависит от биологических особенностей предшественника и осуществляется через почву [14]. Предшественники, после которых принято размещать ячмень, в широком диапазоне различаются по влиянию на водно-физические, агрохимические и биологические свойства почвы [13]. Минеральное питание является одним из основных регулируемых факторов, используемых для целенаправленного управления ростом и развитием сельскохозяйственных культур с целью создания высокого урожая хорошего качества [8; 9; 10; 11].

В этой связи целью наших исследований являлась оптимизация питательного режима дерново-подзолистой почвы, позволяющая получить 3 т зерна ярового ячменя с одного гектара. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: выявить влияние предшественников и минеральных удобрений на питательный режим почвы, продуктивность ярового ячменя и определить окупаемость минеральных удобрений при производстве зерна.

Методика исследований. Объект исследования – ячмень сорта Гонар. Исследования проводили в течение 2012–2014 гг. методами полевого опыта на территории ЗАО «Марийское» Республики Марий Эл и лабораторных исследований в лаборатории почвоведения кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений МарГУ. Почвенный покров опытного

участка представлен малогумусной дерново-подзолистой легкосуглинистой почвой на покровной глине, подстилаемой на глубине 180–190 см древнеаллювиальным песком, характеризующемся повышенным содержанием подвижных форм фосфора и обменного калия, близкой нейтральной реакцией почвенного раствора. Полевые опыты закладывали по схеме двухфакторного опыта методом расщепленных делянок и сопровождали сопутствующими наблюдениями, учетами и анализами в соответствии с методикой и техникой постановки полевых (по Б. А. Доспехову [Доспехов, 1985]) опытов. Фактор А – предшественники ячменя: 1 – озимая тритикале, 2 – картофель; фактор В – дозы минеральных удобрений: 1 – без удобрений, 2 – $N_{60}P_{60}$, 3 – $N_{60}K_{60}$, 4 – $P_{60}K_{60}$, 5 – $N_{60}P_{60}K_{60}$. Согласно системе удобрения в севообороте при возделывании озимой тритикале под предпосевную культивацию вносили $N_{65}P_{70}K_{60}$ на программируемую урожайность 3 т/га, а под картофель – 40 т навоза под зяблевую вспашку и под предпосевную культивацию $N_{85}P_{50}K_{50}$ на программируемую урожайность 30 т/га. Фенологические наблюдения осуществляли по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [12]. Агрохимические показатели плодородия почвы определяли методами, рекомендованными ЦИНАО для зоны. Содержание нитратного азота определяли ионометрическим методом. Уборку урожая проводили поделочно в фазе полной спелости сплошным методом путем прямого обмолота. Урожай приводили к 14 % влажности, к 100 % чистоте. Влажность зерна определяли по ГОСТу 13586. 5-93, а его чистоту по ГОСТу 12037-81. Статистическую обработку урожайных данных делали методом дисперсионного анализа по методике Доспехова (1985) [4] с применением пакета программ прикладной статистики «Disman» ИВЦ МарГУ.

Результаты и их обсуждение. При разработке оптимальных условий питания для ярового ячменя необходимо учитывать, что эффективность удобрений зависит от обеспеченности почвы питательными веществами. В этой связи необходимо было определить содержание нитратов, подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое почвы в зависимости от изучаемых факторов.

Наблюдения, проведенные за содержанием нитратов в пахотном слое почвы и представленные на рисунке 1 свидетельствуют о том, что в почве, независимо от предшественника, максимальное содержание нитратов наблюдалось в фазу кущения, а затем резко снижалось. На всех вариантах

опыта под посевами ячменя, размещенного после озимой тритикале нитратов во все фазы развития растений, вплоть до полного созревания, было меньше, чем под ячменем, посеянным после картофеля. При размещении ячменя после озимой тритикале

на вариантах без удобрений и с внесением фосфорно-калийных удобрений нитраты в пахотном слое почвы обнаруживались только в фазу всходов и кущения растений ячменя. В последующем наблюдались лишь следы нитратов в почве.

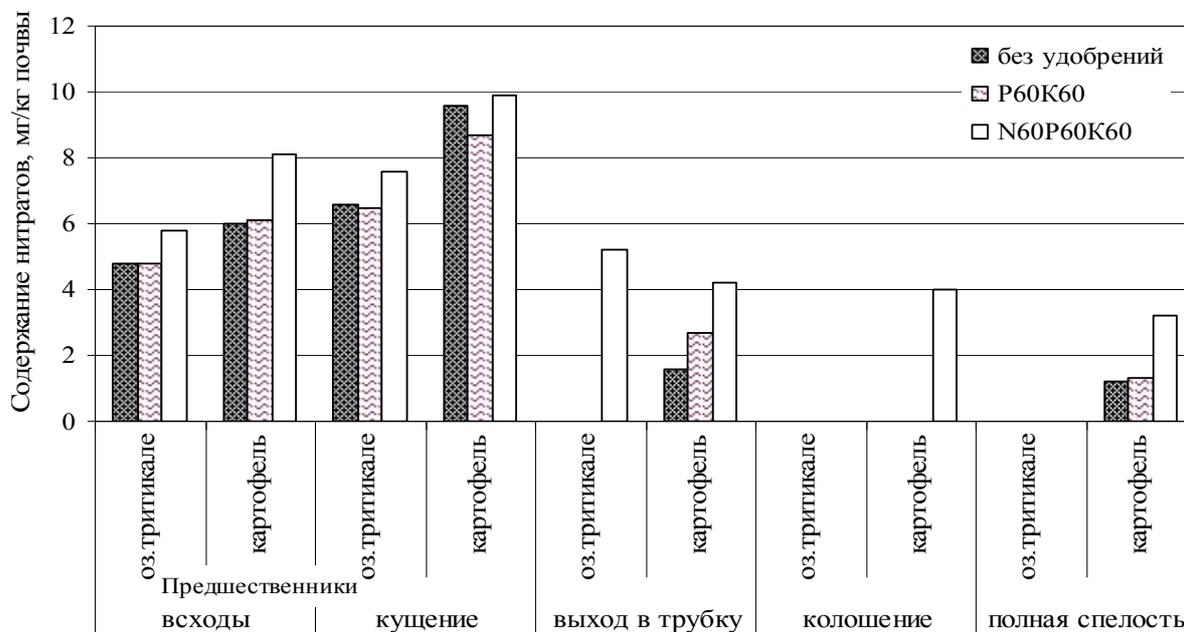


Рис. 1. Динамика содержания нитратов в пахотном слое почвы в зависимости от предшественников и минеральных удобрений, мг/кг почвы (в среднем за 2012–2014 гг.)

Внесение азота в дозе 60 кг/га несколько изменило характер содержания нитратов в почве. На варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ после озимой тритикале заметное содержание нитратов отмечалось от фазы появления всходов до выхода в трубку включительно, а в последующие фазы развития ячменя анализы почвы показали «следы» нитратов.

Иной режим нитратного питания культуры наблюдался при размещении после картофеля. По данному предшественнику содержания нитратов в пахотном слое почвы на всех вариантах опыта было выше, чем после озимой тритикале. Кроме того на варианте без внесения азотного удобрения анализы показали наличие нитратов практически во все периоды развития ячменя, исключением являлся период наиболее интенсивного роста надземной массы – фаза колошения, содержание нитратов в эту фазу снижалось до показаний «следы».

Таким образом, данные, характеризующие нитратный режим почвы, свидетельствуют о лучшем обеспечении растений ярового ячменя азотным питанием при размещении его в севообороте после картофеля.

Средние показатели содержания подвижных форм фосфора в пахотном слое почвы приведены

на рисунке 2. Анализ этих данных показал, что перед закладкой опыта по всем делянкам после картофеля содержание подвижных форм фосфора было выше, чем после озимой тритикале.

По обоим предшественникам на неудобранных вариантах и на вариантах с внесением азотно-калийных удобрений прослеживалось снижение содержания подвижных форм фосфора от момента появления всходов до его созревания.

Благодаря внесению 60 кг/га P_2O_5 на фоне азотно-калийных удобрений, независимо от предшественников ячменя, максимальное содержание подвижных форм фосфора в пахотном слое почвы наблюдалось в фазу всходов, затем содержание постепенно снижалось, что объяснялось потреблением фосфора растениями. Применение фосфорного удобрения способствовало тому, что в целом за вегетацию ячменя в пахотном слое почвы не отмечено снижения содержания подвижных форм фосфора.

Следовательно, внесение фосфорного удобрения, даже в сравнительно небольшой дозе (60 кг/га д. в.), стабилизировало уровень содержания подвижных форм фосфора в почве под растениями и создавало лучшие условия питания ячменя этим элементом как при размещении его после озимой тритикале, так и после картофеля.

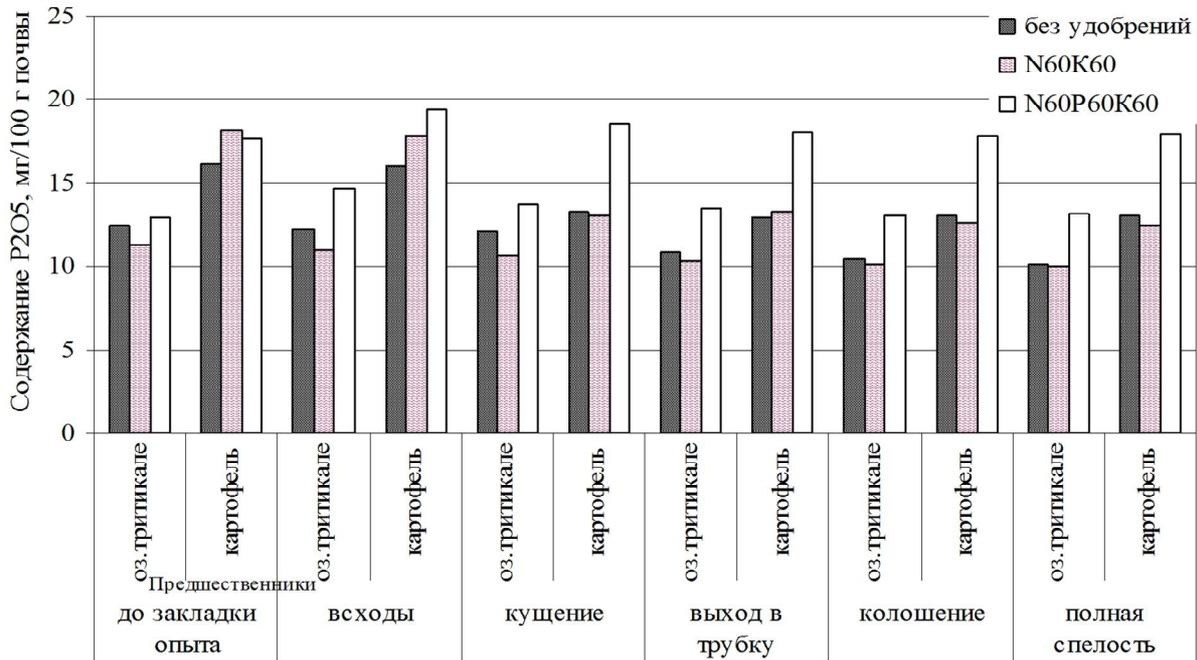


Рис. 2. Динамика содержания подвижных форм фосфора в пахотном слое почвы в зависимости от предшественников и минеральных удобрений, мг/100 г почвы (в среднем за 2012–2014 гг.)

Калийный режим почвы под посевами ячменя характеризует рисунок 3. Согласно представленным данным в период появления всходов растения

были лучше обеспечены калийным питанием при размещении ячменя после картофеля и несколько хуже при размещении после озимой тритикале.

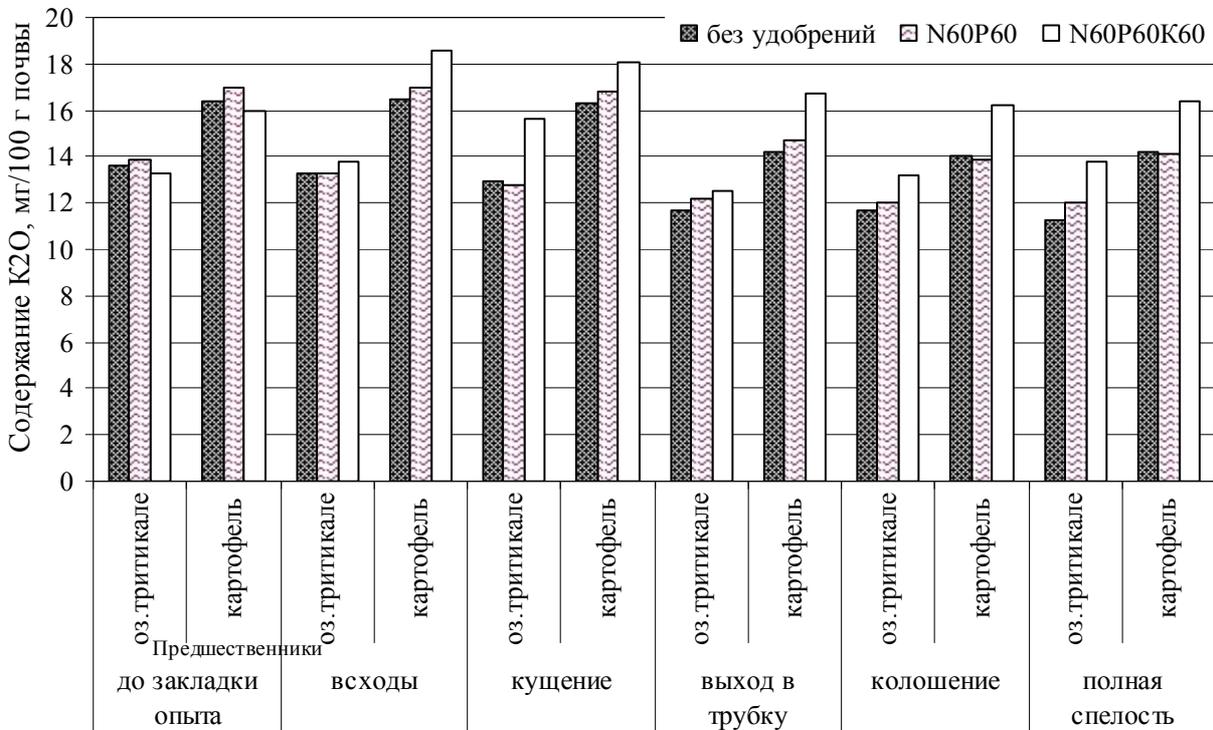


Рис. 3. Динамика содержания обменного калия в пахотном слое почвы в зависимости от предшественников и минеральных удобрений, мг/100 г почвы (в среднем за 2012–2014 гг.)

Как общую закономерность, характерную для содержания обменного калия в пахотном слое

почвы, следует отметить интенсивное его снижения в период от кущения до колошения.

На вариантах без применения калийного удобрения наибольшее содержание обменного калия наблюдалось до закладки опыта, а после появления всходов, вследствие его использования растениями, оно снижалось к фазе созревания семян. Применение калийного удобрения в дозе 60 кг/га д. в. под предпосевную культивацию позволило повысить обеспеченность растений калием как на посевах после озимой тритикале, так и после картофеля. Максимальное содержание обменного калия на данных вариантах независимо от предшественников было во время всходов растений.

Урожайность сельскохозяйственных культур выступает основным интегрирующим показателем, характеризующим плодородие почвы и эффективность агротехнических приемов.

Согласно таблицам 1–3, урожайность ячменя в годы исследований зависела от агрометеорологических условий вегетационных периодов и изучаемых факторов. Поэтому она изменялась в 2012 г. от 2,20 до 2,95 т/га, в 2013 г. от 2,43 до 3,86 т/га, а в 2014 г. от 2,36 до 3,25 т/га. Следовательно, в целом по опыту наиболее урожайным являлся 2013 год.

Размещение ярового ячменя по картофелю во все годы исследований было более продуктивным, чем размещение по озимой тритикале. Соответственно годам прибавка урожая зерна составила 0,40; 0,77 и 0,32 т/га.

Таблица 1

Урожайность ячменя
в зависимости от предшественника, т/га

Предшественник	Год			Среднее за 3 года
	2012	2013	2014	
Озимая тритикале	2,40	2,70	2,60	2,57
Картофель	2,80	3,47	2,92	3,06
НСР05	0,09	0,17	0,21	

Анализ данных таблицы 2 позволил установить, что на урожайность ярового ячменя положительно влияло использование минеральных удобрений в различных сочетаниях основных элементов питания растений азота, фосфора и калия. Применение минеральных удобрений способствовало улучшению корневого питания и, как следствие, получению прибавки урожайности ячменя. Уровень прибавок был различным по годам исследования. В 2012 году прибавки колебались от 0,19 до 0,40 т/га, необходимо отметить, что применение фосфорно-калийных удобрений не позволило получить достоверной прибавки. В 2013 году

прибавки были выше – от 0,17 до 0,74 т/га и наблюдались на всех вариантах. В 2014 году уровень прибавок несколько снизился и составил от 0,14 до 0,54 т/га, так же как в 2012 г применение фосфорно-калийных удобрений не способствовало достоверному увеличению урожайности. В среднем за 3 года исследований применение минеральных удобрений позволило получить дополнительно от 0,27 до 0,56 т/га.

Таблица 2

Урожайность ячменя в зависимости
от условий минерального питания, т/га

Дозы удобрений	Год						Средняя за 3 года	
	2012	+/-	2013	+/-	2014	+/-		+/-
Без удобрений	2,40	–	2,70	–	2,55	–	2,55	–
N60P60	2,69	0,29	3,24	0,54	2,85	0,30	2,93	0,38
N60K60	2,59	0,19	3,17	0,47	2,69	0,14	2,82	0,27
P60K60	2,52	0,12	2,87	0,17	2,60	0,05	2,66	0,11
N60P60K60	2,80	0,40	3,44	0,74	3,09	0,54	3,11	0,56
НСР05	0,14		0,17		0,14			

В годы исследований наблюдалась закономерность того, что на вариантах, где в сочетании с другими удобрениями применяли азотное, прибавки были выше, чем на вариантах без него. Использование фосфорно-калийных удобрений не всегда давало увеличение урожайности, а применение их совместно с азотным удобрением позволило получить максимальные прибавки, которые соответственно годам составили 0,40; 0,74 и 0,54 т/га. Совместное применение только азотного и фосфорного удобрений снизило прибавки до 0,29 т/га в 2012 г., 0,54 т/га в 2013 г и 0,30 т/га в 2014 г, а использование только азотного и калийного снизило прибавки до 0,19; 0,47 и 0,14 т/га соответственно годам исследования.

Следовательно, наиболее продуктивным было применение N₆₀P₆₀K₆₀ под предпосевную культивацию, позволяющее получить урожайность ячменя на уровне 3 т/га.

Согласно таблице 3, эффективность применения минеральных удобрений в зависимости от предшественника была разной по годам исследования. На фоне размещения ярового ячменя по озимой тритикале его отзывчивость на минеральные удобрения была выше в 2012 г. при применении N₆₀P₆₀ и N₆₀P₆₀K₆₀, в 2013 г. она была выше на всех вариантах при размещении после картофеля, в тоже время в 2014 году наблюдалась противоположная

картина. В годы исследования наибольшая урожайность, которая составила 3,35 т/га, наблюдалась при выращивании ярового ячменя после картофеля и использовании полного минерального удобрения в дозе N₆₀P₆₀K₆₀.

Таблица 3

Урожайность ячменя в зависимости от предшественников и минеральных удобрений, т/га

Дозы удобрений	Год							
	2012		2013		2014		средняя за 3 года	
	предшественник							
	1	2	1	2	1	2	1	2
Без удобрений	2,20	2,60	2,43	2,96	2,36	2,74	2,33	2,77
N ₆₀ P ₆₀	2,54	2,84	2,83	3,65	2,74	2,98	2,70	3,16
N ₆₀ K ₆₀	2,34	2,84	2,74	3,60	2,54	2,84	2,54	3,09
P ₆₀ K ₆₀	2,26	2,79	2,48	3,26	2,41	2,78	2,38	2,94
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,65	2,95	3,01	3,86	2,93	3,25	2,86	3,35
НСР05 (предш.)	0,20		0,38		0,54			
НСР05 (удобр.)	0,19		0,23		0,24			

Примечание: 1 – предшественник озимая тритикале;
2 – предшественник картофель

Показателем эффективности использования минеральных удобрений при возделывании культур является оплата 1 кг минеральных удобрений прибавкой урожая зерна. В целом нами получена средняя окупаемость применяемых минеральных удобрений. Результаты расчетов представлены в таблице 4. Растения ячменя были более отзывчивы на внесение азотного удобрения, меньше на фосфорное и еще меньше на калийное удобрение. Внесение 1 кг д. в. азотного удобрения позволило получить 6,8–8,0 кг зерна. В зависимости от предшественника это на 2,5–2,7 кг больше, чем получено от 1 кг д. в. фосфорного удобрения, и на 3,6–5,3 кг больше, чем от калийного удобрения.

Таблица 4

Окупаемость минеральных удобрений (в среднем за 2012–2014 гг.)

Предшественник	Прибавка от удобрений, т/га				Прибавка зерна на 1 кг удобрения, кг			
	N ₆₀	P ₆₀	K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀	P ₆₀	K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
Озимая тритикале	0,48	0,32	0,16	0,51	8,0	5,3	2,7	2,9
Картофель	0,41	0,26	0,19	0,58	6,8	4,3	3,1	3,2

При размещении ярового ячменя после озимой тритикале растения эффективнее отзывались на азотное и фосфорное удобрение, чем при размещении по картофелю.

Таким образом, на дерново-подзолистой почве наилучшим предшественником для ярового ячменя был картофель, а применение комплекса полного минерального удобрения N₆₀P₆₀K₆₀ позволило получить 3,35 т/га зерна, при окупаемости 1 кг удобрений 3,2 кг зерна.

Выводы:

1. Анализ данных, характеризующих питательный режим ячменя в опыте дает основание утверждать, что на дерново-подзолистой почве обеспеченность растений элементами питания находится в зависимости от вида предшественника, его урожайности и состава вносимых удобрений.

2. Лучшие условия питания растений ярового ячменя создаются при посеве его после картофеля и внесении минеральных удобрений.

3. Путем подбора предшественника и определенных сочетаний удобрений можно значительно повысить эффективность удобрений, увеличить производство продукции земледелия

4. При возделывании ярового ячменя на малогумусной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с повышенным содержанием фосфора и калия наиболее продуктивно размещение посевов ячменя после картофеля.

5. Внесение полного минерального удобрения N₆₀P₆₀K₆₀ под предпосевную культивацию на малогумусной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с повышенным содержанием фосфора и калия позволило получить урожайность ярового ячменя на уровне 3 т/га, при окупаемости 1 кг удобрений 3,2 кг зерна.



1. Барановский И. Н., Павлоцкий А. В. Влияние бесподстилочного навоза и помета на гумусовый режим дерново-подзолистой почвы и ее продуктивность // Плодородие. 2010. № 6. С. 12–14.

2. Барановский И. Н., Дроздов И. А. Сапропель в плодородии дерново-подзолистых почв. Тверь: ТГСХА, 2012. 150 с.

3. Гомонова Н. Ф. Эколого-агрохимические функции удобрений при их длительном применении (50 лет) в агроценозе на дерново-подзолистой почве: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2010. 46 с.

4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

5. Дроздов И. А. Влияние сапропеля на питательный режим дерново-подзолистой почвы и урожайность // Агрохимический вестник. 2009. № 1. С. 37–38.

6. Евдокимова М. А. Сортовые особенности азотного питания ячменя в условиях востока Нечерноземной зоны: дис. ... канд. с.-х. наук. Йошкар-Ола, 2005. 272 с.
7. Евдокимова М. А. Сортовые особенности азотного питания ячменя в условиях востока Нечерноземной зоны: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Йошкар-Ола, 2005. 23 с.
8. Евдокимова М. А. Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1 (29). С. 11–14.
9. Евдокимова М. А., Харитонов В. С. Влияние минеральных удобрений на урожайность и пивоваренные качества зерна ярового ячменя // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2015. № 3. С. 23–28.
10. Ивойлов А. В., Копылов В. И., Бессонова М. Н. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна ячменя в зоне неустойчивого увлажнения // Агрехимия. 2002. № 4. С. 23–31.
11. Ивойлов А. В., Копылов В. И., Самойлова О. Н. Реакция сортов ячменя на внесение минеральных удобрений в зоне неустойчивого увлажнения // Агрехимия. 2003. № 9. С. 30–41.
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / под общ. ред. М. А. Федина. М., 1989. 194 с.
13. Нафиков М. М., Замайдинов А. А. Урожайность ячменя в зависимости от предшественников и фона питания в Закамье // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. URL: www.science-education.ru/106-7830 (дата обращения: 20.01.2016).
14. Новиков В. М. Влияние гороха и гречихи на плодородие почвы и продуктивность звена севооборота при различной основной обработке почвы // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 2. С. 72–76.
15. Смирнов В. Н. Почвы Марийской АССР, их генезис, эволюция и пути улучшения. Йошкар-Ола, 1968. 531 с.

Статья поступила в редакцию 15.01.2016 г.

Для цитирования: Евдокимова М. А. Оптимизация питательного режима дерново-подзолистой почвы под посевами ярового ячменя // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2016. № 1 (5). С. 10–17.

Об авторах

Евдокимова Маргарита Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, myrag@mail.ru

M. A. Evdokimova

Mari State University, Yoshkar-Ola

OPTIMIZATION SUPPLY OF NUTRIENTS TO THE SOD-PODZOLIC SOIL UNDER CROPS OF SPRING BARLEY

The aim of the study is to optimize the nutrient regime of sod-podzolic soils, which allows us to get 3 tons of grain of spring barley per hectare. To achieve this goal it was necessary to solve following tasks: to identify the influence of predecessors and fertilizers on the nutritive regime of the soil, the yield of spring barley and to determine the profitability of fertilizers in the production of barley grain. Research was conducted by the method of two-field experience and laboratory testing according to generally accepted and recommended methods for the zone. The experimental setup: A factor – precursor of barley (1 – winter triticale, 2 – potatoes); Factor B – doses of mineral fertilizers (1 – without fertilizer, 2 – $N_{60}P_{60}$, 3 – $N_{60}K_{60}$, 4 – $P_{60}K_{60}$, 5 – $N_{60}P_{60}K_{60}$). According to the system of fertilizers in crop rotation in the cultivation of winter triticale presowing cultivation was added to the programmable $N_{65}P_{70}K_{60}$ yield 3 t/ha, and for potatoes – 40 tons of manure for plowing and presowing cultivation $N_{85}P_{50}K_{50}$ on soft yield of 30 t/ha. Regardless predecessor the maximum content of nitrate in soil was observed at the tillering stage and then decreased sharply, the interests of plants of spring barley nitrogen nutrition was when placed in the rotation after potatoes. During sprouting barley plants were better ensured the availability of phosphorus and exchange potassium nutrition when placing barley after potatoes. Due to the use of nutrients by plants to the phase of ripening of the grain, their content in the soil decreased. The use of mineral fertilizers for sowing cultivation contributed to the improvement of the nutrient status of the soil and availability of nutrients of plants. Finally it can be summed up by saying that by adjusting the precursor and certain combinations of fertilizers can significantly to improve the nutrient regime of sod-podzolic soil, improve the efficiency of fertilizers and increase crop production. For spring barley yield 3 t/ha at cultivation on sod-podzolic soil with a high content of phosphorus and potassium was placed after the crop of potatoes and used under $N_{60}P_{60}K_{60}$ sowing cultivation.

Keywords: sod-podzolic soil, supply of nutrients to the soil, spring barley, predecessor, winter triticale potatoes, yield, mineral fertilizers, fertilizer payback



1. Baranovskij I. N., Pavlockij A. V. Vlijanie bespodstilochnogo navoza i pometa na gumusovyj rezhim dernovo-podzolistoj pochvy i ee produktivnost'. *Plodorodie*. 2010, no. 6. pp. 12–14.
2. Baranovskij I. N., Drozdov I. A. Sapropel' v plodorodii dernovo-podzolistyh pochv. Tver': TGSFA, 2012, 150 p.
3. Gomonova N. F. Jekologo-agrohimicheskie funkicii udobrenij pri ih dlitel'nom primenenii (50 let) v agrocenoze na dernovo-podzolistoj pochve: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. M.: 2010, 46 p.
4. Dospheov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). M.: Agropromizdat, 1985, 351 p.
5. Drozdov I. A. Vlijanie sapropelja na pitatel'nyj rezhim dernovo-podzolistoj pochvy i urozhajnost'. *Agrohimicheskij vestnik*. 2009, no. 1, pp. 37–38.
6. Evdokimova M. A. Sortovye osobennosti azotnogo pitaniya jachmenja v uslovijah vostoka Nechernozemnoj zony: dis. ... kand. s.-h. nauk. Yoshkar-Ola, 2005, 272 p.
7. Evdokimova M. A. Sortovye osobennosti azotnogo pitaniya jachmenja v uslovijah vostoka Nechernozemnoj zony: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. Yoshkar-Ola, 2005, 23 pp.
8. Evdokimova M. A. Vlijanie predshestvennikov i mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' jarovogo jachmenja. *Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skhozjajstvennoj akademii*. 2015, no. 1 (29), pp. 11–14.
9. Evdokimova M. A., Haritonov V. S. Vlijanie mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' i pivovarennye kachestva zerna jarovogo jachmenja. *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Sel'skhozjajstvennye nauki. Jekonomicheskie nauki»*. 2015, no. 3, pp. 23–28.
10. Ivojl'ov A. V., Kopylov V. I., Bessonova M. N. Vlijanie udobrenij na urozhajnost' i kachestvo zerna jachmenja v zone neustojchivogo uvlazhnenija. *Agrohimija*. 2002, no. 4, pp. 23–31.
11. Ivojl'ov A. V., Kopylov V. I., Samojlova O. N. Reakcija sortov jachmenja na vnesenie mineral'nyh udobrenij v zone neustojchivogo uvlazhnenija. *Agrohimija*. 2003, no. 9, pp. 30–41.
12. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozjajstvennyh kul'tur. Vyp. 2. Zernovye, krupjanye, zerno-bobovye, kukuruza i kormovye kul'tury, pod obshh. red. M. A. Fedina. M., 1989, 194 p.
13. Nafikov M. M., Zamajdinov A. A. Urozhajnost' jachmenja v zavisimosti ot predshestvennikov i fona pitaniya v Zakam'e. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. 2012, no. 6. URL: www.science-education.ru/106-7830 (data obrashhenija: 20.01.2016).
14. Novikov V. M. Vlijanie goroha i grechih na plodorodie pochvy i produktivnost' zvena sevooborota pri razlichnoj osnovnoj obrabotke pochvy. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. 2012, no. 2, pp. 72–76.
15. Smirnov V. N. Pochvy Marijskoj ASSR, ih genesis, jevoljucija i puti uluchshenija. Yoshkar-Ola, 1968, 531 p.

Submitted 15.01.2016.

Citation for an article: Evdokimova M. A. Optimization supply of nutrients to the sod-podzolic soil under crops of spring barley. *Vestnik of Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*. 2016, no. 1 (5), pp. 10–17.

About the authors

Evdokimova Margarita Aleksandrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, myrar@mail.ru