

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS, MICRONUTRIENTS AND BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON THE USE OF NEW GENERATION OF PEA VARIETIES OF NUTRIENTS OF THE SOIL AND FERTILIZERS

M.T. Golopyatov

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The article presents the results of research (2014-2016) on the study of the influence of mineral fertilizers, seed treatment before sowing with sodium humate solution and complex microfertilizer aquamix, which contains chelated elements on dark gray forest medium loamy soils on features of the use of nutrients of the soil and mineral fertilizers of the new generation of peas, differing by architectonics of leaf apparatus – leafy, leafless and with a tiered heterophyllia-chameleons. Studies have found that varieties and pea lines, which differ in the architectonics of the leaf apparatus, show significant genotypic differences in relation to mineral nutrition, accumulation, translocation into grain and productivity of the use of soil nutrients and fertilizers. The experimental data obtained can be used in the development of a system for the use of fertilizers for these varieties of peas on dark gray forest medium loamy soils, which will most fully reveal the biological potential of the crop and stabilize the high level of productivity.*

Keywords: variety, peas, soil, mineral fertilizers, microelements, nutrient removal, yield.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11067

УДК 633.358

ОЦЕНКА ГОРОХА КАК ПРЕДШЕСТВЕННИКА ДЛЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

П.А. ПОСТНИКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

УРАЛЬСКИЙ НИИСХ – филиал ФГБНУ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН»

E-mail: postnikov.ural@mail.ru

Для решения проблемы растительного белка в сельскохозяйственном производстве перспективным приемом остается выращивание зернобобовых культур, в частности гороха. В Уральском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в 2012-2018 гг. на темно-серой лесной почве изучено влияние систем удобрений и предшественников на урожайность яровой пшеницы. Исследования проведены в пятипольных севооборотах на трех фонах питания: контроль (без удобрений), минеральный и органоминеральный. Из всех лет наблюдений засушливые условия наблюдались в 2012 г., 2016 г., чрезмерно влажные – в 2014-2015 гг., в другие годы – умеренно влажные условия. Накопление продуктивной влаги в весенний период меньше всего на естественном фоне плодородия под клевером, в среднем за 7 лет исследований количество доступной влаги ниже на 3,3-3,7 мм по отношению к сидеральному пару и гороху. Систематическое применение минеральных и органических удобрений за счет увеличения накопления свежих растительных остатков в виде сидерата и соломы способствовало повышению запасов продуктивной влаги на 4,6-7,2 мм по сравнению с контролем. На удобренных вариантах в пахотном слое отмечено достоверное увеличение запасов нитратного азота в период посева, по отношению к контролю, разница колебалась в пределах от 7,3 до 11,7 мг/кг почвы. Аналогичная тенденция выявлена и в период вегетации растений. Снижение урожайности яровой пшеницы в контроле в зависимости от предшественника происходит в следующем порядке: сидеральный пар – клевер – горох, на фоне удобрений – сидеральный пар – горох – клевер. Использование удобрений повысило сбор зерна яровой культуры после гороха и сидерального пара на 0,86-1,03 т, а после клевера – всего на 0,65-0,66 т/га по отношению к контрольному варианту.

Ключевые слова: почва, севооборот, фон питания, горох, предшественник, влажность, минеральный азот, яровая пшеница, урожайность.

В современных условиях в большинстве сельхозпредприятий применение минеральных удобрений ограничено из-за дороговизны последних, поэтому должно быть уделено внимание биологизации земледелия [1, 2]. В Нечерноземной зоне Российской Федерации в севообороты рекомендуют обязательно включать многолетние травы и зернобобовые культуры [4, 5], которые не только оставляют большое количество растительной массы, но и накапливают биологический азот за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями.

В структуре посевных площадей Российской Федерации на долю гороха приходится около 1,6% [6], что явно недостаточно в плане внедрения приемов биологизации в современном земледелии. Горох является хорошим предшественником для зерновых культур, но он отличается нестабильной урожайностью, что связано с полегаемостью, высокой засоренностью, низкой засухоустойчивостью [7, 8, 9]. Снижение полегаемости стеблестоя и повышение продуктивности зернобобовой культуры в настоящее время в основном решается за счет внедрения усатых форм гороха [10].

Цель исследований – выявить влияние гороха как предшественника на урожайность яровой пшеницы в полевых севооборотах.

Материалы и методика исследований

Исследования выполнены в Уральском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках программы ФНИ государственных академий наук на 2013-2020 гг. по теме № 0773-2018-0016 «Совершенствование систем земледелия и севооборотов в направлении биологизации, сохранения и повышения почвенного плодородия».

С 2002 г. проводится изучение полевых севооборотов с максимальной ориентацией на биологические факторы. В третьей ротации севооборотов включен горох и они изучались по следующим схемам: 1. Зернопаросидеральный (без многолетних трав) – сидеральный пар (рапс), пшеница, овес, горох, ячмень; 2. Зернотравяной (бобовые культуры 40 %) – горох, пшеница с подсевом трав, клевер 1 г.п., ячмень, овес; 3. Зернотравяной (многолетние травы 20%) – однолетние травы, поукосно рапс, ячмень с подсевом трав, клевер 1 г.п., пшеница, овес.

Почва опытного участка – темно-серая лесная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 4,67-5,06%, легкогидролизуемого азота – 136-181 мг, подвижного фосфора – 206-268, обменного калия – 150-168 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований – 27,6-33,9 ммоль на 100 г почвы, $pH_{\text{сол}}$ – 4,9-5,1.

Изучение севооборотов проводится с размещением во времени и пространстве на трех фонах питания:

1. Контроль (без удобрений)
2. Минеральный – с применением умеренных норм минеральных удобрений из расчета на 1 га севооборотной площади $N_{30}P_{30}K_{36}$.
3. Органоминеральный – использование сидератов, соломы на фоне минеральных удобрений $N_{24}P_{24}K_{30}$.

Для оценки качества предшественников в севооборотах высевался районированный сорт яровой пшеницы Красноуфимская 100 с нормой посева 6,0 млн. всхожих семян. Непосредственно под пшеницу вносили сложные удобрения (азотно-фосфорно-калийное) в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$. Агротехника возделывания яровой пшеницы общепринятая для Среднего Урала [11].

За годы исследований погодные условия заметно различались по выпадению осадков и среднесуточными температурами воздуха от среднемноголетних данных. Наблюдения показали, что засушливые годы за вегетационный период с температурой выше $10^{\circ}C$ сложились в 2012, 2016 годах с гидротермическим коэффициентом ниже единицы. Умеренно-увлажненные условия отмечены в 2013, 2017, 2018 гг., ГТК за период вегетации растений равнялся 1,46 единицы. В 2014, 2015 гг. выявлены избыточно-увлажненные условия, особенно в первой половине лета, коэффициент составил 2,15 единиц [12].

Результаты исследования и их обсуждение

Накопление продуктивной влаги меньше всего отмечено на естественном фоне плодородия под клевером, в среднем за 7 лет исследований количество доступной влаги ниже на 3,3-3,7 мм по отношению к сидеральному пару и гороху (табл. 1). На минеральном фоне питания обнаружена несколько иная картина, отмечено достоверное повышение запасов продуктивной влаги после запашки зеленой массы рапса в паровом поле и по пласту клевера по сравнению с горохом. При сочетании минеральных и органических удобрений доступность влаги в весенний период после клевера ниже по сравнению с другими предшественниками, т.е. возделывание бобовой культуры в большей степени иссушает почву, поэтому не всегда происходит полное восстановление запасов почвенной влаги за счет зимне-весенних осадков. В целом органоминеральный фон питания за счет увеличения поступления свежих растительных остатков в виде сидерата и соломы способствовал повышению запасов продуктивной влаги на 4,6-7,2 мм по отношению к варианту без удобрений.

Анализ данных по наличию влаги в слое 0-50 см свидетельствует, что влагообеспеченность подпахотных горизонтов в меньшей степени зависит от предшественника. Обнаружена тенденция увеличения содержания воды после рапса и клевера на контрольном варианте и минеральном фоне питания, что во многом связано с более глубоким проникновением корней данных культур по сравнению с горохом [5]. На органоминеральном фоне питания влияние предшественников на доступность влаги почвенного профиля практически нивелируется. Систематическое применение органических удобрений на фоне NPK обеспечило повышение запасов продуктивной влаги на 7,5-9,6 мм по отношению к естественному плодородию почвы.

Таблица 1

Влагообеспеченность темно-серой почвы в зависимости от фона питания и предшественника, ср. 2012-2018 гг.

Севооборот	Предшественник	Фон питания		
		без удобрений	минеральный	органоминеральный
Запасы продуктивной влаги в период посева, мм				
Зернотравяной (бобовые культуры 40 %)	Горох	$\frac{31,7}{74,1}$	$\frac{32,3}{73,8}$	$\frac{37,3}{83,7}$
Зернотравяной (многолетние травы 20 %)	Клевер	$\frac{28,2}{76,1}$	$\frac{34,5}{75,3}$	$\frac{35,4}{83,7}$
Зернопаросидеральный	Сидеральный пар	$\frac{31,5}{75,9}$	$\frac{34,0}{76,7}$	$\frac{36,1}{84,8}$
НСР ₀₅ фон питания		$\frac{2,52}{3,46}$		
НСР ₀₅ предшественник		$\frac{1,82}{2,05}$		
Запасы продуктивной влаги в слое 0-20 см, мм (в среднем за вегетацию)				
Зернотравяной (бобовые культуры 40 %)	Горох	29,4	30,6	33,9
Зернотравяной (многолетние травы 20 %)	Клевер	27,5	30,4	31,5
Зернопаросидеральный	Сидеральный пар	28,1	30,4	32,3
НСР ₀₅ фон питания		3,35		
НСР ₀₅ предшественник		2,84		
Примечание – в знаменателе в слое 0-20 см, в числителе – 0-50 см.				

Оценивая усредненные данные по содержанию доступной воды в течение вегетации яровой пшеницы, можно сказать, что в контрольном варианте влагообеспеченность пахотного слоя соответствовала удовлетворительному уровню, на минеральном и органоминеральном фонах питания – среднему. Выпадающие атмосферные осадки в первой половине лета, несмотря на расход воды на формирование биомассы, позволяли поддерживать запасы продуктивной влаги в течение вегетации растений близкими к уровню весенних. Достоверных различий между изучаемыми предшественниками не обнаружено, органоминеральный фон питания увеличил запасы влаги на 4,0-4,5 мм по отношению к контролю.

На удобренных вариантах в пахотном слое выявлено достоверное повышение запасов нитратного азота в период посева, по отношению к контролю, разница варьировала в пределах от 7,3 до 11,7 мг/кг почвы (табл. 2). По доступности минерального азота весной заметных различий между минеральным и органоминеральным фонами питания не обнаружено, т.е. при заашке сидератов и гороховой соломы происходила относительно быстрая минерализации растительных остатков [13]. Аналогичная закономерность выявлена по влиянию предшественников на обеспеченность нитратным азотом в слое 0-20 см. Если в контрольном варианте содержание N-NO₃ под горохом ниже на 1,4-1,6 мг по сравнению с сидеральным паром и клевером, то на удобренных фонах питания наибольшее количество доступного азота обнаружено после заашки зеленой массы рапса в паровом поле, меньше всего – под клевером. Горох занимал промежуточное положение.

Таблица 2

Содержание минерального азота в слое 0-20 см в зависимости от фона питания и предшественника, мг/кг почвы (2012-2018 гг.)

Севооборот	Предшественник	Фон питания		
		без удобрений	минеральный	органоминеральный
Нитратный азот в период посева				
Зернотравяной (бобовые культуры 40 %)	Горох	11,5	22,7	22,7
Зернотравяной (многолетние травы 20 %)	Клевер	13,1	20,4	21,9
Зернопаросидеральный	Сидеральный пар	12,9	23,9	23,6
НСР ₀₅ фон питания		2,76		
НСР ₀₅ предшественник		2,15		
Минеральный азот (N-NO ₃ + N-NH ₄) в среднем за вегетацию				
Зернотравяной (бобовые культуры 40 %)	Горох	9,27	13,8	13,9
Зернотравяной (многолетние травы 20 %)	Клевер	8,97	11,8	11,9
Зернопаросидеральный	Сидеральный пар	9,96	13,9	15,0
НСР ₀₅ фон питания		1,23		
НСР ₀₅ предшественник		0,95		

Обобщенные данные по суммарному содержанию N-NO₃ + N-NH₄ в пахотном слое темно-серой лесной почвы в процессе вегетации показали, что максимальное количество доступных форм азота обнаружено в третьей декаде мая, когда яровая пшеница в большинстве лет находилась в фазе полных всходов. Это связано пока со слабым

потреблением минерального азота растениями и благоприятными гидротермическими условиями в почве. В дальнейшем, начиная с фазы полных всходов до колошения, обнаружено устойчивое снижение доступности различных форм минерального азота

Следует отметить, что в начале вегетации доля нитратов была на уровне аммонийного азота или чуть выше. В дальнейшем в период интенсивного роста и формирования надземной массы (июнь-июль) соотношение менялось в сторону N-NH₄. Очевидно, что потребление нитратов растениями увеличилось, а из-за снижения уровня влагообеспеченности пахотного слоя усиливаются процессы аммонификации [14].

На азотный режим почвы также оказывают влияние биофакторы, применяемые в севооборотах. Запашка зеленой массы рапса в паровом поле обогащала почву свежим органическим веществом и основными элементами в легкодоступной форме, поэтому в первый год действия она способствовала увеличению запасов минеральных форм по сравнению с другими предшественниками. Горох, благодаря накоплению биологического азота, по воздействию на содержание минеральных форм азота в слое 0-20 см был близок к сидеральному пару.

Наименьшее содержание нитратов и аммонийного азота по пласту клевера в годы исследований связано с меньшими запасами влаги в начале вегетации и с более медленным разложением растительных остатков бобовой культуры из-за неблагоприятных гидротермических условий в июне (засушливые – 2012 г., 2016 г.; избыток осадков – 2014 г., 2015 г.). Также следует иметь в виду, что непосредственно под клевер минеральные удобрения не применялись.

В среднем за вегетацию применение минеральных и органических удобрений под всеми предшественниками достоверно увеличивало содержание доступных форм азота под яровой пшеницей, максимум - на органоминеральном фоне питания после сидерального пара. Наличие достаточного количества влаги и минерального азота в пахотном слое позволило обеспечить на окультуренной темно-серой почве сбор зерна яровой пшеницы на уровне 2,38-2,58 т/га даже без применения удобрений (табл. 3). В контрольном варианте по урожайности яровой культуры преимущество было за сидеральным паром, здесь получен максимальный урожай в среднем за 7 лет исследований. По сбору зерна на фоне естественного плодородия горох как предшественник практически не уступал многолетней бобовой культуре, благодаря более быстрому разложению растительных остатков в почве.

При применении минеральных удобрений и их сочетаний с органическими по уровню урожайности яровой пшеницы предшественники можно расположить в следующем порядке по мере убывания: сидеральный пар – горох – клевер. Относительно низкая эффективность многолетней бобовой культуры как предшественника в изучаемые годы объясняется причинами, о чем говорилось выше. В предыдущих наших исследованиях (2007-2011 гг.) установлено, что по своему эффекту в первый год действия на урожайность пшеницы клевер превосходил сидеральный пар на 0,12-0,25 т/га [15].

Таблица 3

Урожайность яровой пшеницы в зависимости от предшественника, т/га (2012-2018 гг.)

Севооборот	Предшественник	Фон питания		
		без удобрений	минеральный	органоминеральный
Зернотравяной (бобовые культуры 40 %)	Горох	2,38	3,24	3,19
Зернотравяной (многолетние травы 20 %)	Клевер	2,42	3,08	3,07
Зернопаросидеральный	Сидеральный пар	2,58	3,51	3,61
НСР ₀₅ фон питания		0,42		
НСР ₀₅ предшественник		0,30		

На удобренных фонах питания после гороха и сидерального пара получен дополнительный сбор зерна яровой пшеницы на уровне 0,86-1,03 т/га. В то же время отдача от удобрений по пласту клевера не превышала 0,65-0,66 т/га. Это свидетельствует о том, что при более длительной минерализации растительных остатков бобовой культуры растения пшеницы обеспечиваются питательными веществами в течение всей вегетации, поэтому отсутствует необходимость обязательного применения минеральных удобрений по пласту клевера. В зависимости от гидротермических условий весеннего периода возможно применение стартовых доз азотно-фосфорных удобрений при посеве в пределах 0,5-1,0 ц в физическом весе.

Из всех лет исследований урожайность яровой пшеницы в севооборотах на удобренных фонах питания достигала 5,0 т/га и выше только в 2017 г. по сидеральному пару. В засушливых условиях сбор зерна не превышал 1,8-2,1 т/га, меньше всего по пласту многолетней бобовой культуры.

Выводы

1. По накоплению продуктивной влаги в весенний период в слое 0-20 см горох как предшественник не уступал клеверу и сидеральному пару. Заделка сидератов и соломы в сочетании с NPK способствовала увеличению увлажненности темно-серой почвы в пахотном слое на 4,6-7,2 мм, в слое 0-50 см – на 7,5-9,2 мм по отношению к естественному фону плодородия. В среднем, за вегетацию яровой пшеницы доступность влаги в пахотном слое на удобренных фонах мало зависело от вида предшественника.

2. Систематическое применение удобрений в севооборотах повышало запасы нитратного азота в период посева в слое 0-20 см на 7,3-11,7 мг/кг почвы, по сравнению с контролем. Аналогичная закономерность выявлена в течение вегетации растений. По накоплению доступных форм азота в пахотном слое горох занимал промежуточное положение между сидеральным паром и клевером.

3. По уровню урожайности яровой пшеницы в контроле предшественники располагаются по мере убывания в следующем порядке: сидеральный пар – клевер – горох, на удобренных фонах питания – сидеральный пар – горох – клевер. Использование удобрений повышало сбор зерна яровой пшеницы после гороха и сидерального пара на 0,86-1,03 т, а после клевера – на 0,65-0,66 т/га по отношению к контрольному варианту.

Литература

1. Повышение эффективности использования пашни в условиях Зауралья и Среднего Урала / С.Д. Гилев, Н.Н. Зезин, А.Э. Панфилов и др. – Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2016. – 300 с.
2. Лобков В.Т. Опыт Орловской области в разработке и практической реализации биологизированных систем земледелия // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 2 (22). – С.55-59.
3. Зеленева А.В., Уришев Р.Х., Семинченко Е.В. Эффективность средств биологизации в полевых севооборотах сухостепной зоны Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2017. № 1 (45). – С. 63-69.
4. Кружков Н.К., Лобков В.Т., Наполов В.В. Агроэкологические основы биологизации земледелия в центральной лесостепи европейской части России. – Орел, – 2018. – 290 с.
5. Современное кормопроизводство Урала / Н.Н. Зезин, А.Э. Панфилов, М.А. Торозин и др. – Екатеринбург, – 2018. – С. 149-176.
6. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2 (26). – С.4-9.
7. Мингалев С.К. Оценка сортов гороха в разных зонах северной лесостепи Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 11 (153). – С. 51-55.
8. Постников П.А. Агрометеорологические условия и урожайность гороха в севооборотах // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т.32. № 10. – С.57-60.
9. Попова В.В., Зезин Н.Н. Влияние элементов технологии на урожайность и экономическую эффективность возделывания яровой пшеницы на Среднем Урале // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 2 (22). – С.77- 82.
10. Лихачева Л.И., Гималетдинова В.С., Козионова Е.Г. Результаты селекции гороха в Уральском НИИСХ // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 4 (20). – С.87-91.
11. Рекомендации по проведению весенних полевых работ в сельскохозяйственных предприятиях Свердловской области / Н.Н. Зезин, А.В. Безгодов, Постников П.А. и др. – Екатеринбург, – 2018. – 80 с.
12. Постников П.А. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от погодных условий и фона питания // Итоги выполнения программы фундаментальных исследований государственных академий на 2013-2020 гг.:

EVALUATION OF PEAS AS A PREDECESSOR FOR SPRING WHEAT

P.A. Postnikov

URAL NIISH - BRANCH OF FSBSI «URAL FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC RESEARCH CENTRE OF URAL BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE»

E-mail: postnikov.ural@mail.ru

Abstract: *To solve the problem of vegetable protein in agricultural production, the cultivation of leguminous crops, in particular peas, remains a promising technique. In the Ural research Institute of agriculture in 2012-2018 on dark gray forest soil the impact of fertilizer systems and predecessors on the yield of spring wheat was studied. The studies were carried out in five-field crop rotations on three nutrition backgrounds: control (without fertilizers), mineral and organo-mineral. Of all the years of observations, dry conditions were observed in 2012, 2016, excessively wet-in 2014-2015., in other years-moderately moist conditions. The accumulation of productive moisture in the spring was least on the natural background of fertility under the clover. On average, for 7 years of research, the amount of available moisture was lower by 3,3-3,7 mm than under green manure steam and grain peas. The systematic use of mineral and organic fertilizers by increasing the supply of fresh plant residues in the form of green manure and straw contributed to an increase in productive moisture reserves by 4,6-7,2 mm more than without fertilizers. The fertilized variants showed a significant increase in nitrate nitrogen reserves during sowing in the arable layer relative to the control, the difference ranged from 7,3 to 11,7 mg/kg of soil. A similar trend was revealed during the vegetation of plants. The decrease in the yield of spring wheat in the control, depending on the predecessors, occurs in the following order: clover-sideral steam-peas. On the background of fertilizer – green manure – clove – peas. The use of fertilizers increased the grain harvest of spring crops after peas and green fertilizer by 0,86-1,03 t, and after clover – by only 0,65-0,66 t/ha in relation to the control option.*

Keywords: soil, crop rotation, nutrition background, peas, predecessor, moisture, mineral nitrogen, spring wheat, yield.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11068

УДК 631.46:633.11

РОЛЬ БОБОВЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ В ПОВЫШЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

А.Г. ГУРИН, доктор сельскохозяйственных наук

И.М. ЧАДАЕВ, аспирант

ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»

В статье представлены результаты исследований по определению биологической активности серой лесной почвы на посевах озимой пшеницы после бобовых предшественников: горох, люпин, вика+овёс, выращиваемых на зерно и сидерат. В качестве контроля взят чистый пар, в котором было внесено 20 т/га навоза КРС. Предшественники