

УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРЕДУРАЛЬЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

*И.С. Тетерлев, Д.С. Фомин, к.с.-х.н., А.И. Косолапова, д.с.-х.н., Пермский НИИСХ,
В.Р. Олехов, к.с.-х.н., Пермская ГСХА*

Изучено влияние предшественников и минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы. Установлено, что возделывание ячменя после клевера лугового и люпина узколистного способствует улучшению азотного режима почвы, особенно в сочетании с азотными удобрениями. Внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений при выращивании ячменя по пласту люпина приводит к накоплению подвижных форм фосфора и калия в почве.

Ключевые слова: предшественники, минеральные удобрения, почва, плодородие, ячмень, люпин, клевер, урожайность.

Дерново-подзолистые почвы, занимающие значительную часть территории Пермского края (70,1 %), характеризуются повышенной кислотностью, невысоким плодородием и низким содержанием подвижных форм элементов питания [1].

В современных условиях ведения сельского хозяйства в Пермском крае количество ежегодно вносимых в почву органических и минеральных удобрений не обеспечивает положительный баланс элементов питания [7, 11, 8, 14]. Следовательно, уровень плодородия дерново-подзолистых почв с каждым годом снижается, что негативно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур и свойствах почв (агрохимических и агрофизических) [2-4, 6, 9]. Резервом сохранения плодородия почвы и повышения урожайности зерновых культур является размещение их по бобовым предшественникам [10, 13].

Цель исследований – изучить влияние предшественников и минеральных удобрений при выращивании ячменя на плодородие дерново-подзолистой почвы.

Методика. Опыт заложен на центральном опытном поле Пермского НИИСХ на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве. Схема опыта: фактор А – предшественник (1 – бессменный ячмень; 2 – клевер луговой 2-го г.п.; 3 – узколистный люпин при возделывании на зерно); фактор В – минеральные удобрения (1 – контроль, без удобрений); 2 – N₆₀; 3 – P₃₀K₆₀; 4 – N₆₀P₃₀K₆₀). Повторность опыта трехкратная. Учетная площадь опытной деланки 46 м², общая – 75 м². В качестве удобрений вносили аммонийную селитру, простой суперфосфат и калий хлористый. В опыте возделывали сорта: ячмень – Родник Прикамья, клевер луговой – Лобановский, люпин узколистный – Дикаф 14.

Отбор почвенных образцов выполняли перед посевом исследуемой культуры, в течение вегетации и после уборки. Агрохимические анализы почвы проводили с использованием общепринятых методов: (рН_{KCl} по методу ЦИНАО, гидролитическая кислотность (Нг) по методу Каппена в модификации ЦИНАО, сумма поглощенных оснований (S) по методу Каппена, содержание легкогидролизуемого азота по Тюрину и Кононо-

вой в модификации Кудярова (N_{лг}), содержание органического вещества по методу Тюрину в модификации ЦИНАО, содержание нитратов ионметрическим методом, содержание обменного аммония по методу ЦИНАО, содержание подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием методики Б.А. Доспехова [5].

Результаты и их обсуждение. Почва опытного участка окультурена, что положительно сказалось на формировании урожайности ячменя, и характеризуется низким содержанием гумуса, реакцией среды от средне- до слабокислой, высокой суммой поглощенных оснований (табл. 1). Обеспеченность почвы подвижными формами азота изменяется от высокой до очень высокой. Обеспеченность подвижными формами фосфора также очень высокая. При этом содержание подвижного калия варьирует от высокого (в варианте с предшественником узколистный люпин) до очень высокого (на бессменном ячмене и по пласту клевера лугового 2-го г.п.).

1. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы опытных участков с ячменем до закладки опыта

Вариант опыта	Гумус, %	pH _{KCl}	мг-экв/100 г почвы					
			Hг	S	ЕКО	N _{лг}	P ₂ O ₅	K ₂ O
						мг/кг почвы		
<i>Предшественник – бессменный ячмень (A₀)</i>								
1.Контроль	2,0	5,0	2,2	23,0	25,3	106,4	522,7	337,1
2. N ₆₀	1,9	5,0	2,4	22,9	25,2	125,7	483,4	359,2
3. P ₃₀ K ₆₀	1,9	4,9	2,6	22,1	24,7	86,8	560,4	455,6
4.N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	2,1	4,9	2,6	22,4	25,1	87,4	579,5	439,0
<i>Предшественник – клевер луговой 2-го г.п. (A₁)</i>								
1.Контроль	2,6	5,1	2,2	21,0	23,2	120,1	551,5	369,6
2. N ₆₀	2,6	5,1	2,4	20,7	23,1	112,0	535,8	332,4
3. P ₃₀ K ₆₀	2,6	5,1	2,3	20,8	23,1	120,4	585,4	455,6
4.N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	2,6	5,1	2,4	21,0	23,4	131,6	570,1	392,0
<i>Предшественник – люпин узколистный (A₂)</i>								
1.Контроль	1,9	4,9	2,6	22,5	25,1	78,4	360,4	242,3
2. N ₆₀	2,0	4,9	2,8	22,3	25,0	112,0	379,3	251,3
3. P ₃₀ K ₆₀	2,0	4,9	2,8	21,6	24,4	106,1	461,2	262,3
4.N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	2,0	4,8	3,0	21,8	24,9	97,0	497,9	260,0

Таким образом, обеспеченность элементами питания растений ячменя в период вегетации была удовлетворительной.

Естественное плодородие дерново-подзолистых почв обеспечивает формирование урожайности ячменя 0,7-0,8 т/га [1]. В условиях нашего опыта без внесения удобрений в бессменных посевах урожайность составила 1,52 т/га (табл. 2). Размещение ячменя по бобовым предшественникам положительно сказывается на урожайности. Наибольшая существенная прибавка уро-

жайности ячменя в опыте получена по предшественнику клеверу (1,14 т/га), при максимальной урожайности 4,0 т/га в варианте $P_{30}K_{60}$. Стоит также отметить значительное повышение урожайности зерна ячменя (прибавка в среднем 0,39 т/га при $HCP_{05}=0,17$ т/га) при возделывании по пласту узколистного люпина. Кроме того, в вариантах с внесением азотных удобрений отмечено достоверное увеличение урожайности на бессменном ячмене и по предшественнику люпину (в среднем по опыту на 0,83 т/га при дозе N_{60} и 0,84 т/га при дозе $N_{60}P_{30}K_{60}$), что подтверждается $HCP_{05}=0,25$ т/га.

2. Урожайность ярового ячменя в зависимости от минеральных удобрений и предшественников (в среднем за 2012-2014 гг.), т/га

Минеральные удобрения (фактор В)	Предшественник (фактор А)			Среднее по фактору В	Отклонения
	бессменный ячмень	клевер луговой 2-го г.п.	люпин узколистный		
1. Контроль	1,52	3,65	2,54	2,57	—
2. N_{60}	3,40	3,54	3,27	3,40	0,83
3. $P_{30}K_{60}$	1,77	4,00	2,78	2,85	0,28
4. $N_{60}P_{30}K_{60}$	3,51	3,56	3,15	3,41	0,84
Среднее по фактору А	2,55	3,69	2,94	3,06	—
Отклонения	—	1,14	0,39	—	—
HCP_{05}	для фактора А			0,17	
	для фактора В			0,25	

На формирование вегетативной массы растений ячменя в начальные фазы развития большое влияние оказывает минеральный азот.

Содержание минерального азота в пахотном слое дерново-подзолистой почвы до закладки опыта колебалось от 11,8 до 20,2 мг/кг (табл. 3). Этот показатель минимален в посевах бессменного ячменя без внесения минерального азота. Внесение азотных удобрений в умеренной дозе повысило содержание азота в 2-3 раза ($HCP_{05}=14,95$ мг/кг почвы).

Уровень подвижного азота в течение вегетации изменялся от 2,1 до 51,3 мг/кг почвы. Минимальное содержание в фазе всходы-кущение отмечено на бессменном ячмене без внесения удобрений (5,8 мг/кг почвы). В последующие фазы содержание минеральных форм азота в почве уменьшалось по всем вариантам к концу вегетации ($HCP_{05}=4,49$ мг/кг). При этом после уборки изучаемой культуры разница между вариантами сглаживалась.

Бобовые предшественники увеличивали содержание минерального азота. Максимальный его уровень (51,3 мг/кг почвы) зафиксирован по пласту клевера лугового с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{30}K_{60}$. Кроме того, более высокое содержание минерального азота в почве отмечено по бобовым предшественникам после уборки ячменя. Ранние исследования показали аналогичную закономерность [12].

3. Динамика содержания минерального азота в почве (в среднем за 2012-2014 гг.), мг/кг

Минеральные удобрения (фактор В)	До заклад-ки опыта	Фаза развития ячменя			После уборки ячменя
		всходы-кущение	колошение-цветение	восковая спелость	
Предшественник – бессменный ячмень (A ₀)					
1. Контроль	11,8	5,8	5,0	2,3	6,1
2. N ₆₀	12,1	20,1	8,1	3,1	7,1
3. P ₃₀ K ₆₀	11,8	10,7	7,9	2,5	5,7
4. N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	13,6	30,5	5,8	4,3	7,2
Предшественник – клевер луговой 2-го г.п. (A ₁)					
1. Контроль	20,2	12,5	7,6	4,4	7,1
2. N ₆₀	13,9	36,6	9,1	6,6	8,1

3. $P_{30}K_{60}$	17,2	21,2	7,2	5,6	6,8
4. $N_{60}P_{30}K_{60}$	13,6	51,3	16,7	5,7	7,4
<i>Предшественник – люпин узколистный (A_2)</i>					
1. Контроль	14,0	9,1	3,1	2,1	7,2
2. N_{60}	12,3	31,0	9,0	5,2	7,5
3. $P_{30}K_{60}$	12,1	11,7	4,5	2,3	7,3
4. $N_{60}P_{30}K_{60}$	14,4	35,4	11,7	3,8	6,8

Следует отметить влияние бобовых предшественников на содержание подвижных соединений фосфора и калия в пахотном слое дерново-подзолистой почвы.

Максимальное содержание подвижного фосфора в почве после уборки ячменя наблюдалось при возделывании его по пласту клевера лугового 2-го г.п. в варианте $P_{30}K_{60}$ (рис. 1). Также необходимо отметить, что внесение одного азота во всех вариантах положительно влияет на накопление подвижных соединений фосфора в почве, особенно по пласту люпина.

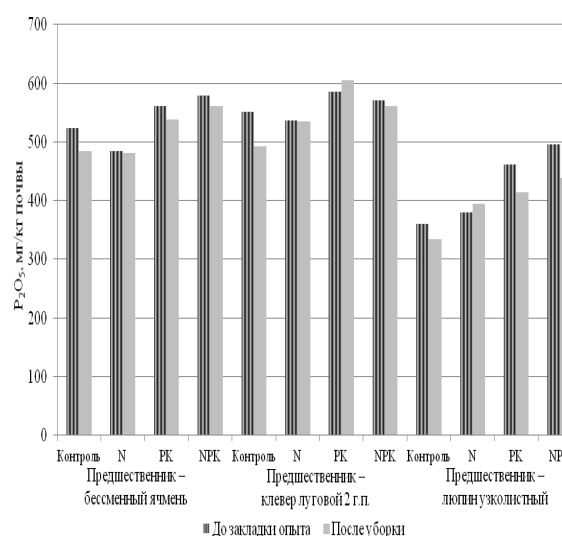


Рис. 1. Динамика содержания подвижных соединений фосфора в дерново-подзолистой почве (в среднем за 2012-2014 гг.)

Наибольшее увеличение содержания подвижного калия в почве выявлено на бессменном ячмене (рис. 2), что может быть вызвано небольшим выносом в связи с низкой урожайностью.

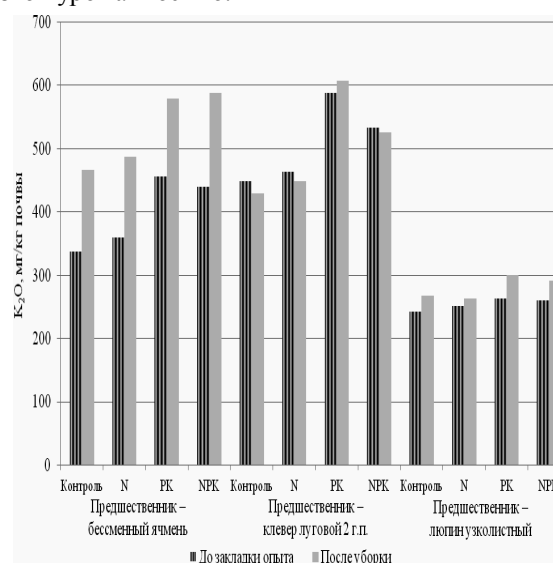


Рис. 2. Динамика содержания подвижных соединений калия в дерново-подзолистой почве (в среднем за 2012-2014 гг.)

Также обнаружено повышение уровня калия в варианте с предшественником люпином, особенно при вне-

сении минеральных удобрений в дозах $P_{30}K_{60}$ и $N_{60}P_{30}K_{60}$. По пласту клевера положительная динамика за три года отмечена лишь в варианте $P_{30}K_{60}$.

Заключение. Повышение содержания основных показателей плодородия дерново-мелкоподзолистой почвы (минеральные формы азота, подвижный фосфор, обменный калий) было достигнуто при выращивании ячменя по клеверу луговому 2-го г.п. и люпину узколи-стному.

Улучшение азотного режима может быть достигнуто по пласту клевера лугового 2-го г.п. и люпина узколи-стного, при использовании минеральных удобрений в дозах N_{60} и $N_{60}P_{30}K_{60}$, фосфатного – при внесении N_{60} , особенно по пласту однолетнего люпина, калийного – при внесении минеральных удобрений в дозах N_{60} , $P_{30}K_{60}$, $N_{60}P_{30}K_{60}$ по люпину и на бессменном ячмене.

Литература

1. *Агрохимия на службе земледелия* / Т.В. Воложанина [и др.]; Под ред. С.И. Поповой. – Пермь: Кн. изд-во, 1981. – 176 с.
2. *Вервайн О.Д.* Значение длительного применения агрохимических средств для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах южно-таежной зоны Сибири. Методические рекомендации / О.Д. Вервайн. – Томск: СО РАСХН, СибНИИСХиТ, 2007. – 11 с.
3. *Гамзиков Г.П.* Влияние длительного систематического применения удобрений на органическое вещество почв / Г.П. Гамзиков, Кулагина М.Н. // *Агрохимия*. – 1990. – № 11. – С. 57-67.
4. *Гамзиков Г.П.* Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений / Г.П. Гамзиков, П.А. Барсуков, О.Д. Вервайн // Докл. РАСХН. – 2007. – № 5. – С. 28-31.
5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. *Кидин В.В.* Использование растениями и особенности трансформации аммонийного и нитратного азота в раз-

- ных горизонтах дерново-подзолистой почвы / В.В. Кидин, Е.Н. Ильюк // *Агрохимия*. – 2006. – № 11. – С. 3-9.
7. *Конончук В.В.* Баланс элементов питания и изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы за ротацию зернотравяного севооборота / В.В. Конончук [и др.] // *Агрохимия*. – 2008. – № 12. – С. 3-1.
 8. *Наумова Н.Б.* Влияние удобрений на химические свойства дерново-подзолистой почвы в зернотравяном севообороте в длительном полевом опыте / Н.Б. Наумова [и др.] // *Агрохимия*. – 2012. – № 3. – С. 3-12.
 9. *Семендяева Н.В.* Влияние длительного применения удобрений на свойства дерново-подзолистой почвы таежной зоны Западной Сибири / Н.В. Семендяева // *Агрохимия*. – 2010. – № 3. – С. 3-11.
 10. *Соснина И.Д.* Влияние антропогенных факторов на биоэнергетическую эффективность севооборотов / Соснина И.Д., Фомин Д.С. // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2012. – №6. – С. 27-31.
 11. *Макаров И.В.* Основные направления по сохранению плодородия почв в рамках планов развития Пермского края до 2015 г. / И.В. Макаров // *Сохранение плодородия земель сельскохозяйственного назначения как национального достояния Пермского края: сб. науч. статей*. – Пермь: «ОТ и ДО», 2008. – С. 5-9.
 12. *Тетерлев И.С.* Повышение уровня плодородия почвы путем улучшения азотного режима при выращивании ячменя по различным предшественникам с применением минеральных удобрений / И.С. Тетерлев, В.Р. Олехов, И.Д. Соснина // *Состояние и пути повышения эффективности агрохимических исследований в Северо-Восточном и Уральском регионах: сб. науч. статей*. – М: ВНИИА, 2013. – С. 133-138.
 13. *Ягодин Б.А.* Теоретические основы фиксации молекулярного азота и роль биологического азота в земледелии СССР / Б.А. Ягодин. – М.: 1981. – 44 с.
 14. *50 лет агрохимической службы Пермского края*. – Пермь: ФГБУ ГЦАС «Пермский», – 2014. – 52 с.

INFLUENCE OF PREDECESSORS AND MINERAL FERTILIZERS ON BARLEY PRODUCTIVITY AND SODDY-PODZOLIC SOIL FERTILITY IN THE CIS-URALS

I.S. Teterlev¹, D.S. Fomin¹, A.I. Kosolapova¹, V.R. Olekhov²

¹*Perm Research Agricultural Institute*

ul. Cultury 12, Lobanovo, Perm raion, Perm oblast, 614532 Russia, e-mail: pniish@rambler.ru

²*Pryanishnikov Perm State Agricultural Academy*

ul. Petropavlovskaya 23, Perm, 614990 Russia

The influence of predecessors and mineral fertilizers on the fertility of soddy-podzolic soil has been investigated. The cultivation of barley after clover and blue lupine improves the nitrogen regime of soil, especially in combination with nitrogen fertilizers. The application of nitrogen, phosphate, and potassium fertilizers at the growing of barley after lupine contributes to the accumulation of mobile phosphorus and potassium in the soil.

Keywords: predecessors, mineral fertilizers, soil, fertility, barley, lupine, clover, productivity.