

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL НА СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ КАЛИЯ И ФОСФОРА В ПОЧВЕ

Н.А. Коротких, к.с.-х.н., Н.Г. Власенко, чл.-корр. РАН, СибНИИЗиХ

Приведены сравнительные данные по содержанию подвижных форм калия и фосфора в черноземе выщелоченном при возделывании яровой пшеницы по технологии No-Till и технологии, основанной на глубоком безотвальном рыхлении. Обе технологии создают сходные условия фосфорного и калийного питания растений.

Ключевые слова: фосфор, калий, чернозем выщелоченный, No-Till, глубокое безотвальное рыхление.

Разные приемы обработки почвы и их интенсивность в совокупности с гидротермическими условиями неоднородно влияют на процессы образования, накопления и распределения питательных веществ, особенно в верхнем её слое [1-3]. Известно, что интенсивное рыхление почвы способствует усилению активности микроорганизмов и мобилизации основных элементов плодородия, в результате чего происходят минерализация органического вещества и дегумификация пахотного слоя [4]. При сокращении интенсивности механической обработки почвы помимо энерго-ресурсосбережения, достигаются повышение устойчивости почвы к эрозии, улучшение её водно-физических свойств, снижение темпов минерализации органического вещества почвы, сокращение потерь минерального азота [5]. В то же время, одним из важнейших недостатков минимальных обработок является усиление дефицита минерального азота, необходимого для питания культурных растений [6, 7].

Относительно влияния сокращения обработок почвы на условия фосфорного питания растений единого мнения нет. С одной стороны, имеются данные, что длительная минимизация почвенных обработок способствует накоплению подвижного фосфора [8-10], с другой стороны, что она не оказывает существенного влияния на этот показатель [11]. Мало данных о происходящих изменениях в калийном режиме питания растений, обусловленных минимизацией почвообработок. Не изучен вопрос об обеспеченности почвы основными элементами минерального питания растений при практически полном отказе от механических обработок в течение длительного времени.

Цель исследований – сравнительное изучение особенностей накопления и распределения подвижных форм фосфора и калия в почве перед посевом яровой пшеницы, возделываемой по технологиям на основе глубокого безотвального рыхления и No-Till.

Методика. Исследования проводили на опытном поле СибНИИЗиХ в ОПХ «Элитное» Новосибирской области, расположенном в центрально-лесостепном Приобском агроландшафтном районе. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднемошный. Содержание гумуса в слое 0-30 см около 5%, общего азота – 0,34, валового фосфора 0,30%, pH 6,7-6,8 [2].

С 2008 г. по настоящее время в стационарном поле-вом опыте проводят исследования по обоснованию возможности использования и адаптации технологии, основанной на отказе от каких-либо механических обработок почвы и пара и прямом посеве семян культур в стерню. С этой целью сравнивают две технологии (фактор А): традиционную (зябь глубокая плоскорезная, предпосевная культивация и посев СЗП-3,6) и No-Till (прямой посев сеялкой, оборудованной анкерными сошниками шириной 2 см). В двух изучаемых трехпольных севооборотах (фактор В) основной культурой является яровая мягкая пшеница, в качестве фитосанитарных и средообразующих культур выступают овёс и полевые капустные (рапс, горчица сарептская, редька масличная).

Уровни применения средств химизации (фактор С) включают: контроль (без удобрений и пестицидов до 2009 г., с 2010 г. без удобрений + противодудольный гербицид) и комплексное использование агрохимикатов – средств защиты растений [12] и минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{20}$. Последние вносили локально в виде аммиачной селитры и аммофоса, соответственно, 160 и 48 кг/га в физической массе. Защиту растений осуществляли в соответствии с фитосанитарной ситуацией, она включала протравливание семян зерновых фунгицидом, в фазе кущения зерновых обработку пшеницы граминицидом и дикотицидом, овса – только противодудольным гербицидом, в фазе флаг-лист – начало колошения зерновых – баковой смесью фунгицида и инсектицида против листостебельных инфекций и пшеничного трипса. На полевых капустных – опрыскивание в фазе всходов против земляных блошек инсектицидом, в фазе розетки – начала стеблевания противозлаковым гербицидом.

Площадь делянки: по фактору А – $130 \text{ м} \times 20 \text{ м} = 2600 \text{ м}^2$, фактору В – $66 \text{ м} \times 20 \text{ м} = 1320 \text{ м}^2$, по фактору С₁ – $4 \text{ м} \times 20 \text{ м} = 80 \text{ м}^2$, по фактору С₂ – $16 \text{ м} \times 20 \text{ м} = 320 \text{ м}^2$. Повторность опыта 3- кратная.

Почвенные образцы для анализа отбирали в вариантах с различным уровнем применения удобрений и средств защиты растений от вредных организмов двух изучаемых технологий, во втором и третьем полях каждого севооборота из слоев 0-20 и 20-40 см перед посевом яровой пшеницы. Определение запасов подвижного калия и фосфора осуществляли методом Чирикова, степень подвижности фосфат-ионов – методом Карпинского и Замятиной.

Период проведения исследований различался по погодным условиям. Вегетационный период 2008 г. характеризовался повышенной теплообеспеченностью и дефицитом осадков, 2009 г. был умеренно увлажненным с умеренной теплообеспеченностью. Теплообеспеченность периода вегетации 2010 г. также была умеренной, ощущался недостаток осадков. В 2011 г. наблюдалась засуха в первой половине вегетации, температура воздуха за май-август была близка к среднему

голетним значениям. 2012 г. характеризовался как остро засушливый в течение всего вегетационного периода, с высокими температурами воздуха. 2013 г. отличался большим приходом атмосферной влаги и повышенной теплообеспеченностью. По гидрометеорологическим показателям вегетационный период 2014 г. характеризовался резкой сменой прохладных влажных периодов жаркими с дефицитом осадков.

Результаты и их обсуждение. Результаты анализа почвенных образцов перед закладкой стационарного опыта в 2008 г. показали, что в слое почвы 0-40 см содержалось подвижного калия и фосфора по Чирикову в среднем 96 и 280 мг/кг почвы соответственно. Это согласуется с характеристикой черноземов выщелоченных Новосибирского Приобья, характеризующихся повышенным количеством подвижных форм калия и фосфора. Степень подвижности последнего элемента (по Карпинскому, Замятиной), имеющая большое значение для оперативной диагностики фосфатного режима почвы [13], составила 0,072 мг/л, или 0,36 мг/кг почвы, что соответствует границе между низкой и средней обеспеченностью почв легкоподвижным фосфором [14].

Анализ почвенных образцов 2011-2014 гг. показал, что на содержание подвижных форм калия в слое почвы 0-40 см перед посевом пшеницы не оказывали влияние такие факторы, как севооборот ($V = 2,3\%$) и применение агрохимикатов ($V = 0,0\%$). В то же время, значения показателя в 2013 и 2014 гг. достоверно отличаются от стартовых и, в целом, просматривается тенденция к снижению количества подвижного калия с течением времени, особенно при No-Till (рис. 1).

Известно, что на почвах, исходно богатых подвижными формами элемента, в условиях интенсивных агроценозов природные запасы калия через 5-10 лет (при отчуждении основной и побочной растительной продукции) становятся фактором, лимитирующим урожайность [15]. При отчуждении только основной продукции и максимальном сохранении растительных остатков этот период может быть более длительным. В то же время необходим мониторинг содержания подвижных форм калия, который позволит отследить возникновение дефицита этого важного элемента в питании растений.

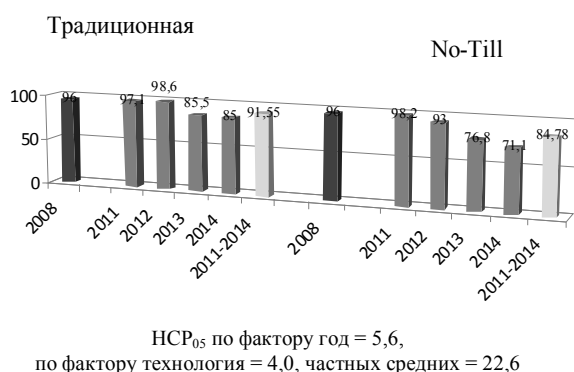


Рис. 1. Содержание подвижного калия (по Чирикову) перед посевом пшеницы в слое почвы 0-40 см в зависимости от года и технологии возделывания, мг/кг почвы

Количество подвижных форм фосфора, определяемых по методу Чирикова, за годы опыта практически не изменилось (рис. 2). В почвах Новосибирского Приобья данный метод слабо отражает потребность растений в

фосфоре [13], однако хорошо характеризует общее количество, запас подвижных фосфатов почвы, ее фосфатную емкость [16]. Этот показатель в большей степени варьировал под действием фактора год ($V = 32\%$).

Максимум был отмечен в 2013 г., что связано, вероятно, с низким потреблением элементов питания растениями в остро засушливый 2012 г. Меньше подвижных форм фосфора, определяемых по Чирикову, было в почве при No-Till, однако при обеих технологиях обеспеченность ими оставалась высокой (более 250 мг/кг почвы).

Фосфаты почвенного раствора, определяемые по методу Карпинского и Замятиной, полностью доступны растениям и их количество лучше отражает изменения, происходящие в фосфорном питании растений под влиянием обработок почвы и внесения удобрений [16].



Рис. 2. Содержание подвижного фосфора (по Чирикову) перед посевом пшеницы в слое почвы 0-40 см в зависимости от года и технологии возделывания, мг/кг почвы

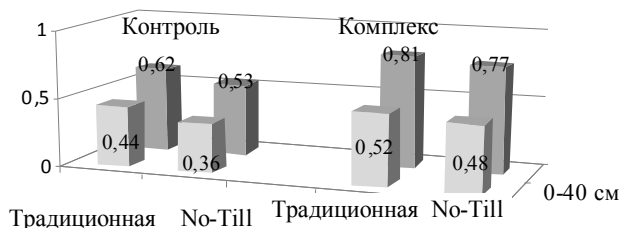
Содержание легкодоступного фосфора перед посевом пшеницы в слое почвы 0-40 соответствовало, в большинстве случаев, уровню средней обеспеченности [14] этим важным элементом питания растений (рис. 3) и в большей степени варьировало под влиянием фактора год ($V = 20\%$).

С другой стороны, этот показатель достоверно изменялся под действием фактора уровень химизации (рис. 4). В среднем по опыту перед посевом пшеницы в слое почвы 0-40 см на контроле (без внесения удобрений) фосфора (по Карпинскому, Замятиной) было 0,40 мг/кг почвы, на фоне внесения удобрений и применения комплекса средств защиты от вредных организмов – 0,50 мг/кг почвы. В слое 0-20 см эти различия были более резкими – 0,57 и 0,79 мг/кг почвы соответственно. Следует отметить, что по другим изучаемым элементам минерального питания растений дифференциации по слоям не выявлено.



Рис. 3. Содержание легкоподвижного фосфора (по Карпинскому, Замятиной) перед посевом пшеницы в слое почвы 0-40 см в зависимости от года и технологии возделывания, мг/кг почвы

Существенного влияния на содержание данных форм фосфора такие факторы как севооборот и технология возделывания не оказывали. В то же время, меньше оно было при No-Till.



Для слоя 0-40 см НСР₀₅ по фактору технология = 0,07, по фактору уровень химизации = 0,07, частных средних = 0,40
 Для слоя 0-20 см НСР₀₅ по фактору технология = 0,12, по фактору уровень химизации = 0,12, частных средних = 0,68

Рис. 4. Содержание легкоподвижного фосфора (по Карпинскому, Замятиной) перед посевом пшеницы в слоях почвы 0-20 и 0-40 см в зависимости от технологии возделывания и уровня химизации, мг/кг почвы (2011-2014 гг.)

Отмечено также, что в севообороте с овсом количество фосфора по Карпинскому, Замятиной в слое почвы 0-40 см постепенно снижалось от первой пшеницы ко второй, в севообороте с капустными культурами такого снижения не происходило (табл.).

Выводы. Результаты исследований показали, что обе почвозащитные технологии, как на основе безотвального рыхления, так и при полном отказе от механических обработок почвы, создают сходные условия фосфорного и калийного питания растений. Отсутствие резких различий в обеспеченности подвижными формами фосфора и калия перед посевом в слое почвы 0-40 см объясняется тем, что яровая пшеница в среднем по опыту формирует одинаковый урожай зерна (2011-2014 гг.) на уровне 2 т/га независимо от технологии возделывания. Несколько более высокая урожайность пшеницы (в среднем за 2011-2014 гг. на 8% в сравнении с традиционной технологией) при технологии No-Till на фоне применения удобрений и комплекса средств защиты от вредных организмов определяет и больший вынос таких питательных элементов, как фосфор и, особенно, калий.

Обеспеченность чернозема выщелоченного основными элементами минерального питания перед посевом культур (2011-2014 гг.)

Уровень химизации	Предшествующая культура в севообороте	Содержание в слое почвы 0-40 см			
		K ₂ O, мг/кг почвы по Чирикову	P ₂ O ₅ , мг/кг почвы по Чирикову	P ₂ O ₅ , мг/кг почвы по Карпинскому, Замятиной	
Технология на основе глубокого безотвального рыхления					
Без удобрений + гербицид	Овес	1-я пшеница	95,7±5,7	283,9±13,8	0,41±0,05
		2-я пшеница	77,6±2,3	286,3±11,6	0,37±0,06
Удобрения + средства защиты	Овес	1-я пшеница	97,8±5,6	294,0±7,4	0,51±0,09
		2-я пшеница	93,6±5,9	286,6±8,2	0,48±0,07
Без удобрений +	Капустные	1-я пшеница	92,5±3,9	298,4±6,8	0,47±0,08
		2-я пшеница	90,6±4,7	302,9±13,2	0,51±0,08

гербицид					
Удобрения + средства защиты		1-я пшеница	97,3±3,5	302,1±8,9	0,54±0,06
		2-я пшеница	87,3±4,5	294,6±12,1	0,56±0,08
Технология No-Till					
Без удоб- рений + гербицид	Овес	1-я пшеница	88,6±6,8	297,5±14,6	0,40±0,12
		2-я пшеница	87,4±4,4	269,4±12,4	0,35±0,06
Удобрения + средства защиты	Овес	1-я пшеница	81,5±4,2	285,4±11,3	0,52±0,09
		2-я пшеница	83,6±6,6	289,8±15,0	0,45±0,09
Без удоб- рений + гербицид	Капустные	1-я пшеница	89,1±5,8	287,4±10,0	0,33±0,04
		2-я пшеница	83,3±7,0	271,8±11,7	0,51±0,12
Удобрения + средства защиты	Капустные	1-я пшеница	80,6±6,3	271,3±14,9	0,45±0,07
		2-я пшеница	84,1±3,9	285,8±14,0	0,56±0,08

Литература

1. Сдобников С.С. Вопросы земледелия в Целинном крае. – М.: Колос, 1964. – 256 с.
2. Кирюшин В.И., Власенко А.Н., Йодко Л.Н. Влияние различных способов основной обработки на плодородие выщелоченных черноземов Приобья // Почвоведение. – 1991. – № 3. – С. 97-105.
3. Власенко, А.Н. Системы основной обработки черноземов лесостепи Западной Сибири при разных уровнях интенсификации земледелия: дисс. д-ра с.-х. н. – Новосибирск, 1995. – 41 с.
4. Моргунов, Ф.Т., Шикун Н.К. Почвозащитное бесплужное земледелие. – М.: Колос, 1984. – 279 с.
5. Данилова А.А. Биологические свойства чернозема выщелоченного при многолетней минимизации механической обработки: автореф. дисс.... д-ра б. н. – М., 2007. – 39 с.
6. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. – М.: КолосС, 2010. – 687 с.
7. Власенко А.Н. Научные основы минимизации систем основной обработки почвы в лесостепи Западной Сибири. – Новосибирск, 1994. – 76 с.
8. Сдобников, С.С. О периодическом оборачивании пахотного слоя в системе безотвальной обработки // Теоретические вопросы обработки почвы. – Л., 1968. – С. 79-86.
9. Казаков, Г.И. Агрофизические показатели плодородия почвы как научные основы ее обработки // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. – М., 1990. – С. 32-38.
10. Синещиков В.Е., Ткаченко Г.И. Особенности динамики подвижного фосфора в почве при минимизации основной обработки // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2014. – №6. – С. 11-18.
11. Холмов, В.Г. Минимальная обработка и плодородие почвы // Земледелие. – 1986. – №4. – С. 29-31.
12. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Разработка технологии No-Till на черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири // Земледелие. – №5. – 2011. – С. 20-22.
13. Аверкина С.С., Синещиков В.Е., Ткаченко Г.И. Оценка методов определения фосфатов в черноземах Новосибирской области // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2011. – №11-12. – С. 5-10.
14. Берхин Ю.И., Чагина Е.Г., Янцен Е.Д. Проблема диагностики фосфатного питания в условиях интенсивного земледелия // Почвенно-агрохимические проблемы интенсификации земледелия: науч. тр. СибНИИЗ-Хим. – Новосибирск, 1989. – С. 128-137.

15. Якименко В.Н. Калий в агроценозах Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. – 231 с.
16. Гинзбург К.Е. Фосфор основных типов почв СССР. – М.: Наука, 1981. – 244 с.

EFFECT OF NO-TILL TECHNOLOGY ON THE CONTENTS OF MOBILE POTASSIUM AND PHOSPHORUS FORMS IN THE SOIL

N.A. Korotkikh, N.G. Vlasenko

Siberian Research Institute of Soil Management and Agricultural Chemicalization

Krasnoobsk, Novosibirsk oblast, 630591 Russia

e-mail: vlas_nata@ngs.ru

Comparative data are presented on the contents of mobile potassium and phosphorus forms in leached chernozem at the cultivation of spring wheat using the no-till technology and deep subsurface loosening. Both technologies create similar conditions for the phosphorus and potassium nutrition of plants.

Keywords: phosphorus, potassium, leached chernozem, no-till, deep subsurface loosening