

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ БАЛАНСА ФОСФОРА НА ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В.М. Красницкий, А.Г. Шмидт, К.М. Шилова ФГБУ ЦАС "Омский"

Приведены характеристика почвенного разнообразия Омской области, особенности почвообразовательных процессов и результаты исследований по изменению фосфатного режима черноземных почв в зависимости от уровня применения фосфорных удобрений. Выявлена зависимость урожая сельскохозяйственных культур от доз фосфорных удобрений при разном уровне обеспеченности почв подвижным фосфором. Приведен баланс фосфора в земледелии области на разных этапах химизации.

Ключевые слова: фосфатный режим, плодородие, удобрение, урожайность, питание растений.

Омская область расположена в южной части Западно-Сибирской низменности, по среднему течению Иртыша и характеризуется равнинностью территории. Протяженность территории с севера на юг почти 600 км, с запада на восток – более 300 км, общая площадь 14118,5 тыс га, или 141,2 тыс. км². На юге она граничит с Республикой Казахстан, на востоке – с Новосибирской, северо-востоке – с Томской, севере и западе – с Тюменской областями. В Омской области выделено четыре природно-экономические зоны: северная тайга и подтайга занимает 36,6% территории (51,7 тыс. км²), северная лесостепная – 31, южная лесостепная – 13,4 и степная – 19%. Северные районы относятся к зоне достаточного увлажнения, южные – неустойчивого увлажнения, засушливой зоне [6].

Почвообразующими породами на всей территории области являются преимущественно четвертичные образования разных возраста, происхождения и литологического состава: покровные лессовидные желто-бурые карбонатные суглинки, супеси, пески, глины, тяжелые суглинки.

Почвенный покров области отличается большим разнообразием типов и видов почв, имеющих свои особенности по качеству и уровню естественного плодородия. В распределении почвенного покрова на территории области ясно выражена широтная зональность, сменяющаяся с севера на юг. В северной зоне преобладают дерново-подзолистые и серые лесные почвы. В таежной подзоне дерново-подзолистые почвы занимают более 60 % пашни, эти почвы тяжелого гранулометрического состава, как правило, бесструктурные, поэтому сильно уплотняются и образуют на поверхности корку. Более благоприятные физические свойства у супесчаных разновидностей, но в то же время они имеют более кислую реакцию почвенного раствора. К обязательным приемам при окультуривании этих почв относятся проведение известкования, внесение органических и минеральных удобрений и клеверосеяние [1].

Пашня подтаежной зоны размещена преимущественно на серых и светло-серых лесных почвах (более 70%). В северной лесостепи наиболее распространены комплексы луговых почв с солончаками и солонцами. В южной лесостепи почвенный покров пахотных земель представлен в основном черноземами обыкновенными и выщелоченными, лугово-черноземными почвами, встречаются контуры солонцов и других интразональных типов почв. Степная зона, занимающая юг области, представлена сочетанием черноземов южных, обыкновенных, лугово-черноземных почв, преимущественно маломощных малогумусовых, и комплексами солонцовых почв.

В целом по области, в структуре пахотных земель, почвы черноземного типа занимают 57% (в том числе чернозем обыкновенный – 74%, южный – 16 и выщелоченный – 10%). На значительных площадях встречаются солонцы и лугово-черноземные почвы (по 12%). Дерново-подзолистые почвы занимают 6% пашни, серые лесные и черноземно-луговые –

по 5 %. Прочие типы почв (солонды, солончаки, аллювиальные) занимают 3% площади пахотных земель.

Черноземные почвы занимают большую часть территории и представлены, главным образом, черноземами обыкновенными, которые формируются под воздействием черноземного процесса. Накопление в верхних горизонтах гумуса, зольных элементов и азота и возникновение комковато-зернистой структуры под действием травянистой растительности приводят к образованию черноземов и созданию водопрочной структуры в верхнем горизонте почвы [1,6].

Ведущим процессом почвообразования при формировании черноземов является гумусово-аккумулятивный, обуславливающий развитие мощного гумусово-аккумулятивного горизонта, накопление элементов питания растений и оструктурирование профиля.

Характерный признак черноземных почв – зернистая и комковатая структура гумусового слоя, особенно отчетливо выраженная в подпахотной части горизонта А.

Родовые признаки черноземов весьма разнообразны и обусловлены местными факторами почвообразования: геоморфологическим строением территории (микрорельефность и бессточность), геологическим прошлым (засоленность пород, солонцеватость и слоистость почвогрунтов), климатическими особенностями (короткий вегетационный период, глубокое и длительное промерзание, позднее оттаивание и образование верховодки) [1].

Черноземы обыкновенные – наиболее распространенные зональные почвы степной и южной части лесостепной зоны области. Они залегают на слабоволнистых равнинах Ишим-Иртышского, Омь-Иртышского водоразделов и на восточном склоне Прииртышского увала. Общая площадь их 914,9 тыс.га (6,6% от площади области), из них 831 тыс. га (91,0%) используют под пашню. Широко распространены маломощные мало- и среднегумусовые.

Важнейшие особенности черноземов – богатство гумусом, биогенная аккумуляция в гумусовом профиле элементов питания растений (N, P, K, микроэлементы), относительная однородность валового состава минеральной части по профилю, иллювиальный характер распределения карбонатов и выщелоченность почв от легкорастворимых солей [6].

Профиль обыкновенных черноземов похож на профиль выщелоченных, но отличается меньшей мощностью и более высоким залеганием карбонатов. Вскипание в них наблюдается обычно в горизонте В_к или в С_к, а в карбонатных почвах – с поверхности.

Черноземы характеризуются высокой емкостью поглощения (30-70 мг/экв), насыщенностью почвенного поглощающего комплекса основаниями, близкой к нейтральной реакцией верхних горизонтов и высокой буферностью.

Среди черноземных почв в каждой подзоне развиты их полугидроморфные аналоги – лугово-черноземные почвы. Они формируются в условиях повышенного увлажнения за счет временного скопления вод поверхностного стока при глубоких грунтовых водах (луговато-черноземные почвы) или за счет относительно неглубоких грунтовых вод (3-6 м – лугово-черноземные почвы). Профиль этих почв морфологически в основных чертах близок к профилю черноземов. Однако особые гидрологические условия придают ему и ряд специфических признаков: более интенсивная (обычно черная) окраска верхней части гумусового профиля, некоторая растянутость гумусового слоя и глееватость нижних горизонтов. Пахотные почвы в основном среднегумусовые (6-8,5%), на юге – малогумусовые (до 4-6%), pH пахотных горизонтов нейтральный.

Состав почвенного поглощающего комплекса благоприятный: кальция 80-87% емкости поглощения. Валового фосфора в этих почвах мало – 0,11-0,23%. Особенно неудовлетворительно складывается фосфорный режим из-за преобладания органических форм фосфора. Лугово-черноземные почвы, за исключением солонцеватых и солончаковатых, – высокоплодородные [1, 6].

Солонцы относятся к типу засоленных почв, содержат в поглощенном состоянии большое количество обменного натрия, а иногда и магния в иллювиальном горизонте В. Профиль солонца разделяется на ряд отчетливо выраженных горизонтов: гумусово-элювиальный (надсолонцовый), солонцовый (иллювиальный), подсолонцовый и почвообразующая порода. Содержание гумуса колеблется в широких пределах в зависимости от зоны, в которой солонцы формируются, и гранулометрического состава. Лесостепные солонцы, как правило, средне- и многогумусовые (6-10% гумуса), степные – малогумусовые (3-5%). Солонцы имеют щелочную реакцию среды – pH 7,5-9,7, содержание подвижных форм фосфора и калия – низкое, отличаются плохими водно-физическими и физико-механическими свойствами. В сухом состоянии они сильно уплотнены, твердые, а во влажном – набухают, вязкие, липкие. Водопроницаемость низкая, количество влаги, недоступной растениям, высокое.

Таким образом, почвы Омской области отличаются большим разнообразием типов и видов, имеют невысокий уровень естественного плодородия. Это влияет на фосфатный режим [4].

Фосфор в пахотных почвах – один из наиболее дефицитных элементов питания растений. Различный уровень внесения фосфорных удобрений по турам химизации обусловил широкое колебание содержания подвижного фосфора в почвах области, что привело к значительным изменениям в группировке почв по анализируемому параметру (табл. 1)

1. Обеспеченность почв фосфором по турам обследования

Показатель	Ед. измер.	1971 г. I тур	1982 г. II тур	1990 г. III тур	2003 г. IV тур	2005-2013 гг.
Средневзвешенное содержание P_2O_5	мг/кг почвы	83	88	110	99	95
Почвы с пониженным содержанием P_2O_5 (<100 мг/кг почвы)	тыс.га	2718	2377	1654	2434	2412
	%	63	55	38	58	57
Почвы с высоким и очень высоким содержанием P_2O_5 (>100 мг/кг почвы)	тыс.га	98	219	378	401	434
	%	2	5	9	9	11

К 1970 г. в основном, а в 1972 г. полностью был завершен первый тур агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий области. Установлено, что более 2,7 млн га (63%) пашни требовало внесения фосфорных удобрений. Почв с высоким и очень высоким содержанием подвижного фосфора в пашне было всего 2% (98 тыс. га). Результаты первого тура обследования, опытные данные научных учреждений и агрохимслужбы области показали, что в степной зоне в первом минимуме находится фосфор, в лесостепи – азот и фосфор, а в северной зоне – азот, фосфор и калий [5,7].

Результатами второго тура обследования выявлена эффективность агрохимических мероприятий, проводимых с учетом данных предыдущего тура. Площадь почв, требующих внесения фосфорных удобрений уменьшилась на 340 тыс. га, а доля почв с высоким и очень высоким содержанием подвижного фосфора увеличилась с 2 до 5 % от площади пашни.

Результаты третьего тура агрохимического обследования, завершенного к 1990 г., показали, что неуклонный рост темпов химизации земледелия, особенно заметный в годы внедрения интенсивных технологий, положительно повлиял на эффективное плодородие Омской нивы. Увеличение объемов

применения органических и минеральных удобрений снизило традиционно отрицательный среднегодовой баланс элементов питания к 1986-1990 гг. по сравнению с 1966-1970 гг. с 51,1 до 11,4 кг питательных веществ с 1 га. Баланс по фосфору – элементу, находящемуся в подавляющем большинстве наших почв в первом минимуме (после влаги), с 1976 по 1990 гг. складывался положительно (табл.2). По сравнению с первым туром обследования более чем на 1 млн га сократились площади с пониженным содержанием фосфора (с 63 до 38% площади пашни). При этом с 2 до 9 % возросла доля пашни с высоким и очень высоким содержанием фосфора [5,7].

В то же время, резкое сокращение объемов применения минеральных и органических удобрений в силу известных причин привело к тому, что в последующие периоды (1991-2010 гг.) начался процесс трансформации почв в группу с пониженным содержанием P_2O_5 , а площадь их увеличилась на 758 тыс. га.

2. Баланс фосфора (кг/га) в земледелии Омской области

Период химизации	Приход	Расход	Баланс, +/-
1966-1970	2,5	9,8	-7,3
1971-1975	6,2	12,4	-6,2
1976-1980	13,0	10,8	+2,2
1981-1985	20,2	12,3	+7,9
1986-1990	26,3	12,8	+13,5
1991-1995	5,8	13,1	-7,3
1996-2000	1,4	12,3	-10,9
2001-2005	4,0	14,5	-10,5
2006-2010	2,8	12,4	-9,6
2011-2013	2,5	12,3	-9,8

При расчете баланса фосфора за период прямого действия удобрений выявлено, что приходная его часть в 1976-1990 гг. превышала расходную. В среднем за указанные годы этого элемента внесено на 13,0-26,3 кг/га больше, чем вынесено с урожаем. Это привело к повышению содержания подвижного фосфора в почве и положительному его балансу (табл. 2).

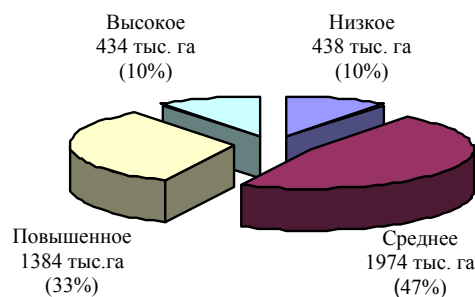


Рис.1. Распределение площади пашни Омской области по содержанию подвижного фосфора (на 2013 г.)

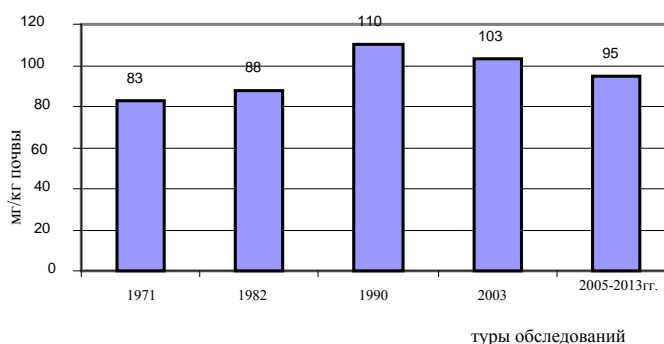


Рис 2. Динамика средневзвешенного содержания подвижного фосфора (на 2013 г.)

По данным научных учреждений, оптимальное содержание фосфора в почве составляет: для зерновых культур 130-150 мг/кг почвы, пропашных 160-170 и овощных 260 мг/кг. В

связи с этим, практически 96% площади пашни Омской области, в той или иной мере, имеет недостаточный уровень обеспеченности почв фосфором. Пониженное содержание фосфора (<100 мг/кг почвы) в степной зоне отмечено на площади 1063,0 тыс. га, или 57,8% от обследованной, в южной лесостепи таких земель 577,6 тыс. га (52,2%), в северной лесостепи 568,9 тыс.га (57,7%) и северной зоне 224,9 тыс.га (80,2%) [2].

Площадь пашни с пониженным содержанием фосфора в Омской области составляет 2434 тыс. га, или 57,8% от общей, из них 436,2 тыс. га (10,4%) с низким содержанием. Учитывая оптимальные значения обеспеченности почв пашни фосфором, наиболее низким плодородием характеризуются земли Полтавского, Щербакульского, Русско-Полянского и Одесского районов со средневзвешенным содержанием фосфора менее 90 мг/кг почвы при среднеобластном показателе 95 мг/кг. Низкое содержание фосфора отмечено в почвах Исилькульского, Марьяновского, Москаленского районов. Аналогичная ситуация в Муромцевском, Называевском, Крутинском районах северной лесостепи. В северной зоне во всех районах низкая обеспеченность фосфором.

Многочисленными исследованиями установлен невысокий уровень использования фосфатов удобрений. По-видимому, низкие коэффициенты использования фосфора из минеральных удобрений обусловлены в основном тем, что от 50 до 80%, а иногда и более, внесенного растворимого фосфора быстро превращается в фосфаты кальция, железа и алюминия, менее доступные растениям, чем природные. Эффективность остаточного фосфора определяется видом фосфорных соединений, образующихся в результате взаимодействия удобрения с почвой и скоростью перехода новообразованных фосфатов в стабильные для данной почвы формы [7,9].

В агрохимической службе при масштабном обследовании пашни определяют количество подвижного фосфора, характеризующее общее содержание усвояемых фосфатов. Проведенные полевые опыты выявили высокую эффективность фосфорных удобрений на черноземных почвах (табл.3) [4,5]. Содержание подвижных форм фосфора перед посевом составляло 98 мг/кг почвы, калия – 168, нитратного азота – 14 мг/кг почвы.

3. Эффективность применения фосфорных удобрений на черноземных почвах

Вариант опыта	Урожайность, ц/га			В среднем, ц/га	Прибавка, ц/га
	2009 г.	2010 г.	2011 г.		
Контроль	19,5	18,3	40,8	26,2	
P ₃₀	21,6	20,8	41,2	27,9	+1,7
P ₆₀	22,4	21,6	42,1	28,7	+2,5
P ₉₀	22,4	22,3	42,2	29,0	+2,3
N ₉₀ P ₃₀	21,3	20,3	42,4	28,0	+1,8
N ₉₀ P ₆₀	21,0	19,7	42,6	27,3	+1,7
N ₃₀ P ₉₀	20,9	19,1	43,3	27,8	+1,7
P ₆₀ K ₃₀	21,3	19,6	40,8	27,2	+1,0
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	19,8	18,3	42,0	26,7	+0,5
НСР ₀₉₅	2,3	0,78	2,1		

Как видно из таблицы 3, в условиях 2009 г. урожай яровой пшеницы по пару при внесении фосфора в дозе 30 кг д.в/га повысился на 2,1 ц/га, или на 10,8%. При внесении 60 и 90 кг д.в/га прибавка составила 2,9 ц/га, или 14,9%. При добавлении к вышеуказанным дозам по 30 кг/га азота произошло снижение прибавки от 0,8 до 1,4 ц/га. Совместное внесение азотно-фосфорно-калийных удобрений при дозах N₃₀P₆₀K₃₀ обеспечило урожай яровой пшеницы на уровне контроля, что можно объяснить нарушением соотношения между азотом, фосфором и калием.

Внесение фосфорных удобрений было эффективным и в 2011 г. Известно, что в условиях хорошего увлажнения и достаточного количества тепла увеличение урожая осуществляется в результате активной мобилизации питательных веществ почвы, а эффективность того или иного элемента питания, внесенного с удобрениями, отмечается при нарушении соотношений между ними [2, 3, 8]. В 2009 г. за счет элемен-

тов питания почвы урожай яровой пшеницы на контроле был 40,8 ц/га. В течение трех лет наблюдений дозы фосфора в 60 и 90 кг/га обеспечили в среднем одинаковый прирост урожая зерна яровой пшеницы, который составил 2,5-2,8 ц/га.

При систематическом применении фосфорных удобрений увеличивается содержание доступных растениям соединений фосфора. При этом фосфор удобрений переходит в почве в химические соединения, характерные для данного типа почвообразования. Однако повышение фосфатного уровня почв достигается лишь при использовании фосфорных удобрений в дозах, превышающих вынос фосфора урожаем, т. е. при положительном балансе этого элемента.

4. Расчет потребности в фосфорных удобрениях под сельскохозяйственные культуры в Омской области

Культуры	Посевная площадь, тыс. га	Доза внесения удобрений, кг д.в/га	Требуется удобрений, тыс. т д.в.
Зерновые	1960,8	45	88,2
Технические	130,5	60	7,8
Кормовые	726,6	40	29,1
Картофель	44,9	70	3,1
Овощи	8,9	120	1,1
Итого	2871,7		129,3

К сожалению, в хозяйствах области фосфорные удобрения практически не применяют с 1991 г., что неизбежно сказывается на урожае сельскохозяйственных культур. Уровень плодородия почв пашни области позволяет получать урожайность зерновых культур 13-15 ц/га, картофеля 70-80, кормовых культур 90-100 ц/га. Получение высоких урожаев сдерживают относительно невысокое содержание в почвах области подвижного фосфора и зависимость сельскохозяйственного производства от погодных условий, особенно в период критической потребности растений во влаге. Только в 12 районах области содержание подвижного фосфора превышает 100 мг/кг почвы [5].

Таким образом, содержание питательных веществ в почвах сельскохозяйственных угодий Омской области в настоящее время находится на нижней границе установленных оптимальных параметров. В связи с чем улучшение фосфатного режима почв в Омской области имеет актуальное значение. Решить эту проблему можно за счет увеличения объемов химизации.

Литература

1. Проблемы почвенного плодородия Омской области / ФГБУ ЦАС «Омский» – Омск, 2012. – 288 с. 2. Киртичников Н.А., Сычев В.Г. Приемы оптимизации фосфорного режима почв в агротехнологиях. – М.: ВНИИА, 2009. – 176 с. 3. Козлова А.В. Влияние органических и минеральных удобрений при длительном применении на урожайность овса и плодородие почвы // Материалы 45-й международной научной конференции. – М.: ВНИИА, 2011. – С. 72-74. 4. Красницкий В.М., Храмов И.Ф., Ермохин Ю.И. Роль удобрений в увеличении производства продукции растениеводства в условиях экологической сбалансированности // Использование научно-технического прогресса в земледелии с учетом экологической сбалансированности: Материалы науч.-практ. конф. / Агропром. Омской обл., ОмСХИ. – Омск, 1990. – С. 37-38. 5. Красницкий В.М., Шмидт А.Г. Влияние минеральных удобрений на плодородие почв и эффективность сельскохозяйственного производства Омской области // Работаем в Омской области и для области : инф. материал об опыте работы агроцентра «Омский» / МСХ РФ, ФГБУ ЦАС «Омский» – Омск, 2011. – С. 47-51. 6. Мищенко Л.Н., Прудникова В.М. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование. – Омск, 1986. – 150 с. 7. Олещук Л.Ф. Применение минеральных и органических удобрений в сельскохозяйственном производстве Омской области // На службе плодородия почв Омской области: сб. науч. тр., посвящ. 40-летию создания агрохимической службы / МСХ Омской обл. ФГУ ЦАС «Омский», ФГУ САС «Тарская» / Под ред. В.М. Красницкого. – Омск, 2004. – С. 39-46. 8. Чумаченко И.Н. Фосфор в жизни растений и плодородие почв. – М.: ЦИНАО, 2003. – 124 с. 9. Шилова К.М., Шмидт А.Г. Эффективность использования фосфорных удобрений в целях воспроизводства плодородия почв и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур // Материалы 45-й международной научной конференции. – М.: ВНИИА, 2011. – С. 206-209.

EFFECT OF HIGH-INPUT CHEMICALS ON THE PHOSPHATE STATUS OF ARABLE SOIL TYPES IN THE OMSK REGION

V.M. Krasnizky, K.M. Shilova, A.G. Shmidt Omskiy State Center of Agrochemical Service,
ul. Koroleva 34, Omsk, 644012 Russia

The soil diversity and pedogenesis features in the Omsk region have been characterized, and the results of studies of soil phosphate status depending on the phosphoric fertilizer rate have been presented. A relationship between the yield of agricultural crops and the application rate of phosphoric fertilizers at different levels of soil supply with available phosphorus has been revealed. The phosphorus budget has been given for the local agriculture at different stages of chemicalization.

Keywords: phosphate status, fertility, fertilizers, crop productivity, plant nutrition.