

13. Шугалей Л.С., Ведрова Э.Ф. Азотный фонд лиственничников северной тайги Средней Сибири// Изв. РАН. Сер. Биол. – 2004. – № 2. – С. 247–256.
14. Шугалей Л.С. Органическое вещество в искусственных лесных экосистемах, созданных на отвалах вскрышных пород угольных разрезов Средней Сибири// Изв. РАН. Сер. Биол. – 2010. – № 4. – С. 498–507.
15. Шугалей Л.С., Чупрова В.В. Почвообразование в техногенных ландшафтах Назаровской котловины // Почвоведение. – 2012. – № 3. – С. 287–298.



УДК 631.4

О.А. Пилецкая, В.Ф. Прокопчук

ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ И ФОСФАТАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМОВИДНОЙ ПОЧВЫ

Приведены данные определения активности фермента фосфатазы и содержание подвижного фосфора черноземовидной почвы на фоне длительного применения различных систем удобрений. Установлено, что содержание подвижного фосфора во все фазы развития пшеницы было выше контроля.

Ключевые слова: активность фосфатазы, содержание подвижного фосфора, черноземовидная почва, система удобрений.

O.A. Piletskaya, V.F. Prokopchuk

PHOSPHATE MODE AND PHOSPHATASE ACTIVITY OF CHERNOZEM-LIKE SOIL

The data for determining the phosphatase enzyme activity and the mobile phosphorus content in the chernozem-like soil on the background of the long-term use of the fertilizer various systems are presented. It is found that the mobile phosphorus content in all the wheat development phases was higher than the control.

Key words: phosphatase activity, mobile phosphorus content, chernozem-like soil, fertilizer system.

Введение. Фосфорное питание растений зависит не только от содержания в почве доступных на данный момент форм фосфора, но и активности ряда ферментов, участвующих в переводе фосфатов из запасного фонда в подвижные формы. Фосфатазная активность в черноземовидных почвах не изучалась, хотя установлено, что при очень низком содержании подвижного фосфора соя и яровая пшеница, возделываемые на Зейско-Буреинской равнине, могут дать около 2 т/га урожая [1]. И.Г. Ковшиком [2] предложена региональная шкала обеспеченности растений фосфором, которая гораздо ниже, чем общероссийская.

Цель исследований. Определение фосфатазной активности черноземовидной почвы и ее изменения на фоне длительного применения различных систем удобрений.

Материалы и методы исследований. В 2011–2013 годах фосфатазную активность и динамику подвижных форм фосфора черноземовидной почвы исследовали в многолетнем стационарном опыте ВНИИ сои в 5-м поле десятой ротации 5-го севооборота: однолетние травы–соя–пшеница–соя–пшеница. Наблюдения проводили в вариантах без внесения удобрений непосредственно под пшеницу с последствием следующих систем: 1) без удобрений (контроль); 2) N24; 3) N24P30; 4) N42P48; 5) N24P30+4,8 т навоза на 1 га севооборотной площади. Площадь деланки 180 м². Опыт имеет три закладки со сдвигом во времени и трехкратную повторность каждой закладки в пространстве. В фазы кущения, выхода в трубку, колошения и восковой спелости пшеницы активность фосфатазы в почве определяли методом гидролиза фенолфталеин фосфата [3], а содержание подвижного фосфора методом А.Г. Кирсанова [4]. Статистическую обработку полученных данных выполняли методом оценки различных вариантов полевого опыта по средним многолетним показателям [5].

Амурская область характеризуется своеобразием климата и почвенного покрова. Особенностью погодных условий является холодная малоснежная зима, способствующая глубокому промерзанию почвы, и холодная, засушливая затяжная весна, замедляющая оттаивание почвы, в результате чего жизнедеятельность почвенных микроорганизмов сдерживается, что, несомненно, влияет на структуру микробных и ферментных

комплексов, определяет их динамику и активность, обуславливая тем самым специфику процесса трансформации веществ, являющегося ключевым звеном в почвообразовании.

Агрометеорологические условия за 2011–2013 годы исследований были сложными и характеризовались повышенным температурным режимом и неравномерным распределением осадков (рис. 1).

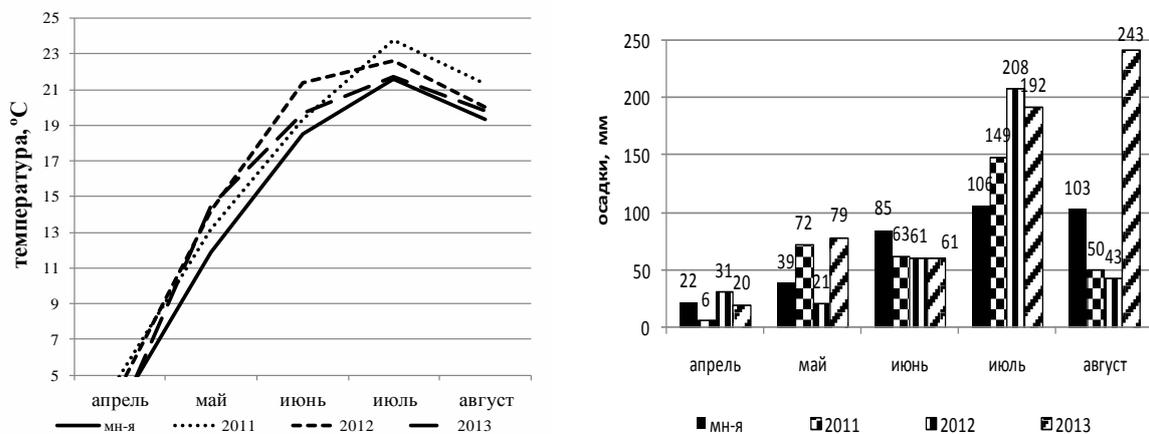


Рис. 1. Среднемесячные и среднесуточные температуры воздуха и сумма осадков за период вегетации пшеницы в районе г. Благовещенска

Результаты и их обсуждение. Активность фосфатазы в контрольном варианте без применения удобрений во все годы наблюдений, согласно шкале сравнительной оценки биологической активности почвы, предложенной Э.И. Гапонюк и С.Г. Малаховым, очень высокая [6], а содержание подвижного фосфора низкое, как по общероссийской шкале, так и по региональной [2] (рис. 2).

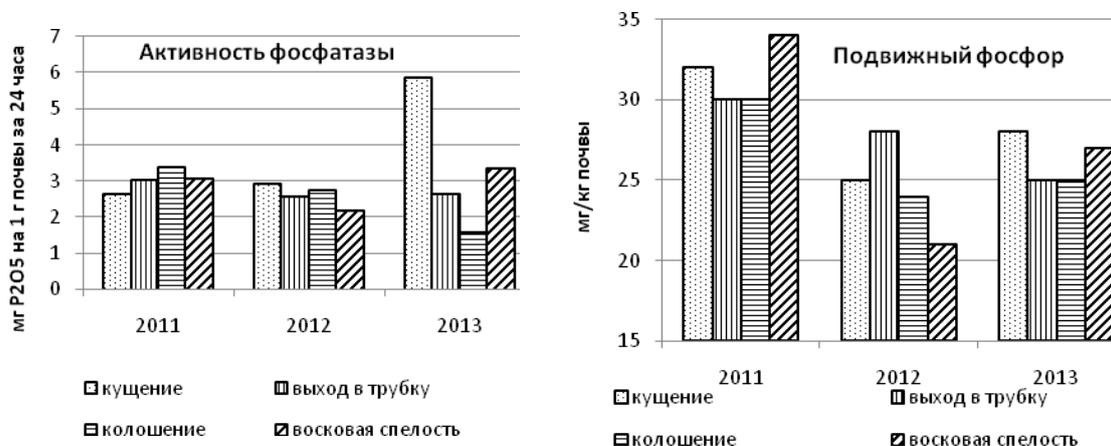


Рис. 2. Активность фермента фосфатазы и содержание подвижного фосфора в черноземовидной почве по фазам развития пшеницы

В среднем за три года исследований наиболее высокая активность фосфатазы наблюдалась в фазу кущения пшеницы, в контрольном варианте показатель составил 3,82 мг. При последствии одних азотных удобрений активность фосфатазы проявила тенденцию к снижению в ранние фазы развития пшеницы на 1,3–2,9 % относительно контроля, а в более поздние фазы, наоборот, проявила тенденцию к повышению на 2,7–4,6 %. При совместном применении азотно-фосфорных удобрений в дозе N24P30 и N42P48, так же как и при последствии одних азотных удобрений, сохранилась тенденция к снижению активности фосфатазы только в фазу выхода в трубку пшеницы на 5,8–6,2 % относительно контрольного варианта, а также сохранилась тенденция к повышению фосфатазной активности в фазы колошение на 1,5–3,9 % и восковой спелости.

сти на 1,4–4,2 % относительно контроля. В фазу кущения пшеницы активность фосфатазы увеличилась на 2,9–10,7 % относительно контроля.

При замене части минеральных удобрений на органические активность фосфатазы по фазам развития пшеницы изменялась относительно контрольного варианта, как и по системе одних минеральных удобрений, причём активность фосфатазы в фазу выхода в трубку была самой низкой в опыте – ниже контроля на 6,5 %. В фазу кущения фосфатазная активность осталась на уровне контроля, в фазу колошения увеличилась на 12,4 %, а в фазу восковой спелости проявилась тенденция к снижению активности на 2,9 % относительно контрольного варианта (табл. 1).

Таблица 1

**Активность фосфатазы черноземовидной почвы по фазам развития пшеницы
(среднее за 2011–2013 гг.), мг P₂O₅ на 1 г почвы за 24 часа**

Вариант	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Восковая спелость
Контроль	3,82	2,75	2,58	2,87
N24	3,77	2,67	2,70	2,95
N24P30	3,93	2,58	2,68	2,99
N42P48	4,23*	2,59	2,62	2,91
N24P30+навоз	3,83	2,57	2,90*	2,79
	HCP ₀₅ =0,36	HCP ₀₅ =0,22	HCP ₀₅ =0,23	HCP ₀₅ =0,18

Примечание. Здесь и далее: * – статистически значимые изменения на 5%-м уровне.

Содержание подвижного фосфора в черноземовидной почве низкое. При применении одних азотных удобрений содержание подвижного фосфора в ранние фазы развития пшеницы ниже контроля на 21 %, а в более поздние фазы ниже на 19–22 %. При последствии азотно-фосфорных и органо-минеральных удобрений содержание подвижного фосфора было выше контроля во все фазы развития пшеницы в 1,5–2,9 раза (табл. 2).

При увеличении содержания подвижного фосфора в почве, по мнению многих авторов, активность фосфатазы уменьшается [7]. В наших исследованиях данная закономерность прослеживается только в фазу выхода в трубку пшеницы за исключением варианта с длительным применением одних азотных удобрений, где резко снижается и содержание подвижного фосфора в почве, и активность фосфатазы (табл. 1, 2). В более поздние фазы развития пшеницы, в период муссонных дождей, данная закономерность не сохраняется.

Таблица 2

**Содержание подвижного фосфора черноземовидной почвы по фазам развития пшеницы
(среднее за 2011–2013 гг.), мг/кг почвы**

Вариант	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Восковая спелость
Контроль	28	28	26	27
N24	22*	22*	21	21
N24P30	47*	44*	44*	42*
N42P48	78*	74*	75*	65*
N24P30+навоз	73*	76*	69*	72*
	HCP ₀₅ =5	HCP ₀₅ =6	HCP ₀₅ =9	HCP ₀₅ =9

Для установления зависимости фермента фосфатазы от содержания подвижного фосфора в почве был проведен корреляционный анализ (табл. 3). Коэффициент корреляции между этими величинами показывает среднюю и сильную связь, но статистически недостоверную при данной величине выборки.

**Корреляционная зависимость фермента фосфатазы от содержания подвижного фосфора
в черноземовидной почве (n=5, r_{крит}=0,878)**

Фермент	Фактор			
	Содержание подвижного фосфора			
	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Восковая спелость
Фосфатаза	0,689	- 0,768	0,392	- 0,533

Выводы

1. Черноземовидная почва имеет низкий уровень содержания подвижного фосфора, но высокий уровень активности фосфатазы.

2. На фоне длительного применения одних азотных удобрений активность фосфатазы черноземовидной почвы была ниже контрольного варианта в ранние фазы развития пшеницы, а в более поздние фазы выше. Содержание подвижного фосфора во все фазы развития пшеницы было ниже контроля.

3. При последствии минеральных и органо-минеральных удобрений активность фосфатазы была ниже контрольного варианта в фазу выхода в трубку пшеницы, а выше – в фазу кущения, колошения и восковой спелости. Содержание подвижного фосфора во все фазы развития пшеницы было выше контроля.

Литература

1. *Степкина Р.Н.* Эффективность систематического применения удобрений в севообороте на лугово-черноземовидных почвах Приамурья. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2001. – 146 с.
2. *Голов Г.В., Ковшик И.Г.* Подвижный фосфор в почвах Зейско-Буреинской равнины и эффективность удобрений // *Агрохимия*. – 1974. – № 11. – С. 28–34.
3. *Малахов С.Г.* Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв. – М.: Москов. отд-ние гидрометеоиздата, 1984.
4. ГОСТ 26207-91. Почвы. Определение подвижного фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. – М.: Госстандарт, 1992.
5. *Ваулин А.В.* Определение достоверных средних многолетних показателей краткосрочных полевых опытов при обработке результатов исследований методом дисперсионного анализа // *Агрохимия*. – 1998. – № 12. – С. 71–75.
6. *Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф.* Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. – Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2003. – 216 с.
7. *Турусов В.И., Гармашов В.М., Дьячкова Т.И.* Ферментативная активность чернозема обыкновенного в различных севооборотах при разных способах обработки почвы // *Агрохимия*. – 2012. – № 9. – С. 21–25.

