

УДК 631.811.2:633.844.3:633.853.494

## **АККУМУЛЯЦИЯ ФОСФОРА БЕЛОЙ ГОРЧИЦЕЙ И РАПСОМ ПРИ ВНЕСЕНИИ В ПОЧВУ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ФОСФАТОВ**

**Д. л. ПОСТНИКОВ, Г. НОЙМЛНН\*, Ф. РОМХЕЛЬД», Д. И. ЧЕКЕРЕС**

(Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности)

**В вегетационном опыте исследованы возможности сидеральных культур накапливать фосфор при внесении в почву легкорастворимого ( $\text{KН}_2\text{PО}_4$ ) фосфора и труднодоступного апатита (гиперфоса). В качестве контроля использовалась почва с естественным низким содержанием доступного фосфора.**

**Показано, что при содержании в почве труднодоступного фосфора использование сидератов из семейства крестоцветных является необходимым агроэкологическим приемом. Растения горчицы и рапса способны аккумулировать из почвы от 20 до 29% фосфора, внесенного с удобрением в виде гиперфоса или  $\text{KН}_2\text{PО}_4$ .**

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве России существуют экономические, экологические, технические и другие проблемы. Как известно, современную систему интенсификации образуют 5 основных факторов: достижения генетики и селекции, система удобрений, механизация, система защиты растений и мелиорация.

Следует отметить, что с точки зрения агроэкологии и способности функционирования агросистемы с максимальным раскрытием ее собственного биопотенциала, применение таких факторов интенсификации, как система удобрений и защита растений, приобретает экологическую направленность; это, в свою очередь, способствует общей экологизации АПК.

\* Сельскохозяйственный университет Хоенхайм.

Целью нашего эксперимента была попытка подойти к рассмотрению проблемы обеспечения фосфором пахотных земель с точки зрения агроэкологии и получения конкретных данных, указывающих на эффективное поглощение ионов ортофосфорной кислоты корневой системой крестоцветных из труднорастворимых фосфатов.

Как известно, крестоцветные, в частности горчица и рапс, в условиях обеспеченности почв труднорастворимыми формами фосфатов и значительной миграции легкодоступного фосфора по профилю вниз способны вовлекать труднодоступные фосфаты в интенсивный круговорот в агро системах, способствуя таким образом снижению затрат на химизацию и себестоимость продукции, что, в свою очередь, способствует общей экологизации агротехнологий интенсивных систем и созданию предпосылок для перехода к адаптивной системе земледелия.

Использование культур из группы крестоцветные на зеленое удобрение является в настоящее время необходимым условием рационального подхода при развитии концепции биологического земледелия. Отечественными и зарубежными исследователями [3, 4, 11] отмечается, что на зеленое удобрение в сель-

скохозяйственных предприятиях возделывают бобовые, злаковые, а также культуры из семейства крестоцветных. Растения семейства капустных способствуют снижению засоренности посевов сорняками и улучшают фитосанитарное состояние посевов.

Эффект сидерации после крестоцветных культур недооценен. Основная причина такого отношения кроется в большом увлечении химизацией АПК и пренебрежении к проблемам агроэкологии. Применение крестоцветных в качестве сидератов это не только источник возобновления запасов гумуса в почве, но и вовлечение в круговорот труднодоступных запасов фосфора [10]. Фосфор из всех питательных веществ является самым лимитирующим. Запасы этого элемента в почве составляют около 5% общего содержания питательных веществ в почве. Естественно, что запасы фосфора в недалеком будущем могут сильно сократиться. Степень [8] вещественной замкнутости по фосфору глобально по биосфере 98%, а в агроценозах этот показатель резко падает и составляет около 39%, что ведет к эвтрофикации водоемов, ускорению деградиационных процессов в агро системе.

Первые экспериментальные результаты по способ-

ности растений горчицы поглощать фосфор из фосфорита были получены Д. Н. Прянишниковым [6, 7], но исследования проводились с целью увеличения содержания в почве мобильного фосфора после применения фосфоритов.

В литературе отмечается экономическая и агрономическая эффективность крестоцветных при возделывании в качестве сидеральных культур [2, 4, 9]. Установлена миграционная способность фосфора для разных типов почв. Указывается, что фосфор может в течение 15 лет проникать на глубину до 90 см [4], а корневая система белой горчицы способна распространяться в глубь почвы до 190 м и более [1].

Наши исследования были проведены в Германии в сельскохозяйственном университете Хоенхайм в лаборатории кафедры питания растений и почвенной химии. В качестве культур для эксперимента использовали белую горчицу и рапс. Последний был введен в схему опыта в качестве эталонной культуры.

Белую горчицу, как и рапс, можно возделывать в качестве посевной культуры на зеленый корм. Она содержит аскорбиновую кислоту, каротин, гемицеллюлозу, является прекрасным медоносом [5].

В качестве зеленого удобрения белая горчица известна давно, однако большого распространения не имеет. И только в последнее время эта культура нашла широкое применение в экологических и традиционных фермерских хозяйствах.

## Методика

Опыт был заложен на юге Германии (земля Баден-Вюртемберг). Использовали семена белой горчицы селекции ТСХА и рапса немецкой селекции. Опыт проводили в условиях летней теплицы в вегетационных сосудах. При его закладке использовали метод рендомизации. Повторность 4-кратная. Почву отбирали из местечка Бафендорф на юге Германии под Штутгартом. Содержание в почве калия — 3,4 (А-Л) мг/кг, фосфора — 30 мг/кг (подвижного).  $\text{pH}_{\text{сол}}$  — 6,4;  $\text{C}_{\text{орг}}$  — 2,8%. Механический состав — средний суглинок, горизонт — А, влажность — 39%. При закладке опыта в почву добавили 20% кварцевого песка (влажность — 20%). В качестве удобрений использовали (на 1 Кг):  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  — 7,5 мл 0,5 М;  $\text{K}_2\text{SO}_4$  — 1 мл 0,5 М.

С целью изучения поступления фосфора в растения использовали следующие его формы: труднорастворимый гиперфос — 3 г/кг, что со-

ставляет 400 мг фосфора на 1 кг; легкорастворимый  $\text{KN}_2\text{P}_0_4$  — 25 мл 0,2 М. что составляет 80 мг подвижного фосфора на 1 кг; в вариантах с легкорастворимым фосфатом  $\text{K}_2\text{S}_0_4$  не вносили.

В каждый сосуд набивали почву с песком общей массой 1 кг. Перед посевом почву увлажняли дистиллированной водой и доводили влажность до 70%. Полив вегетационных сосудов осуществляли на весах с целью определения необходимого восполнения запасов влаги в почве во время вегетации растений.

Сеяли отобранные семена из расчета 10 шт. на сосуд. После прорастания в каждом сосуде оставляли 4 растения. Определяли биометрические (линейные размеры, число цветonoсных побегов, влажную и сухую массу стеблей и корней) и агрохимические (содержание мобильных форм фосфора в растениях и почве) показатели

Схема опыта включала следующие варианты: 1 — почва без растений; 2 — почва + гиперфос (апатит), доля  $\text{CaO}$  — 45%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  — 30%; 3 — почва + белая горчица; 4 — почва + гиперфос + белая горчица; 5 — почва + растворимый фосфат ( $\text{KN}_2\text{P}_0_4$ ); 6 — почва + растворимый фосфат + белая горчица; 7 — почва + рапс; 8 — почва + гиперфос + рапс; 9 — поч-

ва + растворимый фосфат + рапс.

Фосфор в почве определяли кальций-ацетатно-лактатным методом, принятым стандартом для почв юга Германии. Сущность метода заключалась в определении интенсивности голубого окрашивания исследуемого раствора (с молибденом) на фотометре при длине волны 710 нм [13].

39,5 г Са-ацетата (0,05 М) смешивали с 77 г Са-лактата (0,05 М), разводили в 4 л диет.  $\text{H}_2\text{O}$ , затем добавляли 89,5 мл уксусной кислоты (96%) и водой доводили до 5 л.

Для приготовления компонентов окрашивающего раствора использовали следующую методику: 4300 мл диет.  $\text{H}_2\text{O}$  смешали с 700 мл конц.  $\text{H}_2\text{S}_0_4$ , 60 г 6-валентного молибдена аммония растворили в 1500 мл диет.  $\text{H}_2\text{O}$ , 1,37 сурьянокислого калия растворили в 500 мл диет.  $\text{H}_2\text{O}$ ; затем все растворы смешали и получили раствор (Б). В день определения готовили раствор № 4. Для этого брали 5,28 г аскорбиновой кислоты и добавляли 300 мл диет.  $\text{H}_2\text{O}$ , затем к полученному раствору № 4 добавляли 700 мл раствора (Б) и получили раствор № 5.

Навеску почвы массой 5 г помещали в пластиковую бутылку (емкостью 250 мл), добавляли 100 мл Са-ацетатно-лактатного раствора и

встряхивали на специальной машине в течение 2 ч. Затем раствор отфильтровывали в колбах Эрленмейера (емкостью 100 мл).

Для эталонного и контрольного растворов брали 219,3 мг  $\text{KN}_2\text{P}_4$  и растворяли в 400 мл диет.  $\text{H}_2\text{O}$ , затем прибавляли 25 мл концентрированной серной кислоты и доводили водой до 1 л. 20 мл этого раствора разводили до 100 мл  $\text{H}_2\text{O}$  диет. В 1 мл этого раствора содержится 10 мкг (10 ррт = 10 мг/л) фосфора. Затем готовили эталонные растворы на содержание фосфора 0.1; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8; 1 мг/л. Например, 1 мг/л: в 5 мл эталонного раствора добавляли 5 мл Са-ацетатно-лактатного раствора и 4 мл раствора № 5 (окрашивающий). Для контрольного раствора (чистый фон) использовали только Са-ацетатно-лактатный раствор (5 мл). 5 мл фильтрата смешивали с 4 мл раствора № 5 и переносили в мерные колбы емкостью 25 мл, доводили водой до мерки, встряхивали 10 мин и определяли оптическую плотность на фотометре. Данные по эталонным растворам использовали для уравнения регрессии при построении графика. Данные после обработки получали в мг фосфора на 1 кг сухой почвы.

При определении фосфора в растениях использовали

молибден-ванадиевый раствор [12]:  $\text{HNO}_3$  в разведении 1:3, ванадат аммония 0,25% (1 л) и молибдат аммония 5% (1 л) смешивали в соотношении 1:1:1 (С).

Озоление осуществляли в муфельной печи при температуре до  $500^\circ \text{C}$  в течение 4 ч. После озоления в золу добавляли несколько капель  $\text{HNO}_3$ , разведенной 1:3, затем высушивали и снова ставили на 1 ч в муфельную печь. Потом пробы смачивали 2 раза 5 мл  $\text{HNO}_3$ , сушили на электроплите, затем в них добавляли по 5 мл  $\text{HCl}$ , разведенной 1:3, и доводили раствор горячей диет.  $\text{H}_2\text{O}$  до 25 мл. Раствор выливали в мерные колбы емкостью 50 мл, где были помещены 2 камешка. После охлаждения доводили раствор до 50 мл, встряхивали и фильтровали через голубой фильтр. Для определения фосфора смешивали 2 мл раствора с 3 мл раствора С и доводили до 10 мл  $\text{HCl}$ , разведенной 1:30. Интенсивность окраски раствора через 20 ч стабилизировалась.

Определяли содержание фосфора на фотометре при длине волны 436 нм.

Содержание фосфора (мг/1 г сухой массы) рассчитывали по формул

$$C_{\text{фос.}} = \frac{(C_{\text{проб}} - C_{\text{конт}}) \cdot 5}{n \cdot m_{\text{сух}}};$$

где  $C_{\text{проб}}$  — концентрация фосфора в пробе, мг/л;  $C_{\text{конт}}$  — фоновое значение, без окрашивающего раствора; 5 — объем разведения;  $n$  — число для пересчета при разведении (20);  $m_{\text{сух}}$  — сухая навеска образца (500 мг).

### Результаты

Посев семян провели 18 мая. Всходы горчицы появились 22 мая по всем вариантам, рапса — 24 мая. Первые признаки реакции растений на различное обеспечение фосфором были отмечены 30 мая. В контроле и в варианте с гиперфосом растения заметно отставали в росте по сравнению с растениями, развивающимися в вариантах с растворимым фосфатом ( $\text{KН}_2\text{P}_0_4$ ).

Результаты биометрических наблюдений, проведенных 10 и 22 июня на горчице и рапсе (табл. 1), четко указывают на имеющиеся различия по вариантам. В вариантах с гиперфосом на первом этапе развития растения отставали в росте от контроля, что, видимо, связано с токсическим действием примесей в гиперфосе или с реакцией между мобильными формами фосфатов почвы и гиперфоса. В дальнейшем в вариантах с гиперфосом и растворимым фосфатом отмечалась тенденция к увеличению линейных размеров стеблей растений. Вероятно,

Т а б л и ц а 1  
Линейные размеры и число цветоносных побегов

Вариант	Линейные размеры		Число цветоносных побегов	
	10.06	22.06	10.06	22.06

#### Горчица

3	15,1	53,9	—	2,3
4	13,5	61	—	2,7
6	17	64,3	—	3,3
НСР <sub>05</sub>	—	4,12	—	—

#### Рапс

7	11,2	17	—	—
8	8,75	17,1	—	—
9	12	24	—	—
НСР <sub>05</sub>	—	2,56	—	—

в варианте с гиперфосом это в первую очередь связано с действием корневых экссудатов горчицы и рапса, в состав которых входят органические кислоты (лимонная, мезоксалоновая и др.), способные растворять труднодоступные фосфаты, находящиеся в ризосферной зоне [14]. Наиболее существенные различия были на горчице, особенно между вариантами 3 и 4, 3 и 6. Практически не различались варианты 4 и 6, что связано с действием экссудатов на соединения труднорастворимых фосфатов (рис. 1).

Следует также отметить, что даже при низкой обеспеченности почвы подвижным фосфором (варианты 3 и 7), растения развивались без явных признаков угнетения (рис. 2).

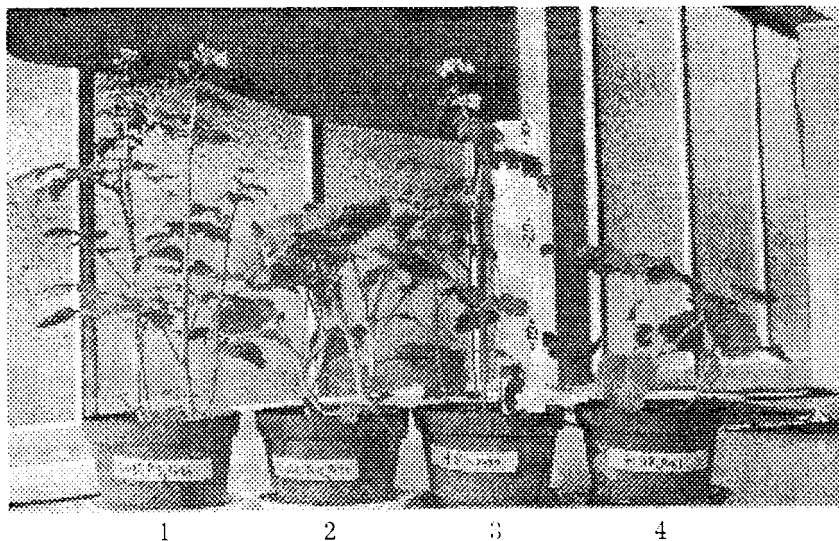


Рис. 1. Развитие растений белой горчицы и рапса в зависимости от обеспеченности почвы различными формами фосфатов.  
 1, 2 —  $\text{KН}_2\text{PО}_4$  (растворимый), 3, 4 — гиперфос.

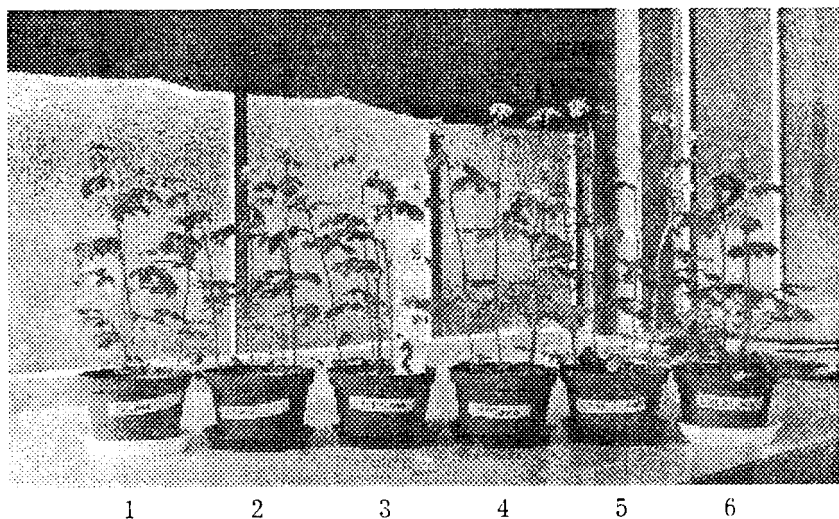


Рис. 2. Развитие растений горчицы в зависимости от обеспеченности почвы различными формами фосфатов.  
 1, 2 — контроль (без применения гиперфоса и  $\text{KН}_2\text{PО}_4$ ), 3, 4 — гиперфос. 5, 6 —  $\text{KН}_2\text{PО}_4$

Стебли на горчице и рапсе срезали 24 июня — по окончании цветения горчицы, так как именно в эту фазу культуру запахивают на зеленое удобрение или убирают на зеленый корм. У рапса к этому времени не наступила даже фаза бутонизации, поэтому такая коротко вегетирующая культура, как горчица, является более привлекательной для использования в современных севооборотах или как промежуточная в весенне-летний, а также летне-осенний периоды.

После окончания вегетации определяли сырую и сухую массу растений. По данным табл. 2 можно заключить, что наиболее существенные различия были у растений вариантов с гиперфосом и  $\text{KН}_2\text{P}_4$  на горчице. Рапс имел положительный прирост на фоне с легкорастворимым фосфатом. Вероятно, активность экссудатов в данный период развития у рапса была еще не достаточно высокой. Следует отметить, что результаты в табл. 2 четко согласуются с результатами биометрических измерений (табл. 1). Это дает основание предположить, что белая горчица обладает высокой экссудативной активностью и хорошо развивается на почвах с низким содержанием доступных форм фосфора, но имеющих опре-

деленный запас труднорастворимых фосфатов. Рапс, имеющий более растянутый вегетационный период, практически не имел различий по результатам биометрии в вариантах между гиперфосом и контролем.

Т а б л и ц а 2

**Сырая и сухая масса (г) по вариантам на одно растение**  
(в числителе — стебель,

Вариант	Сырая масса	Сухая масса	% к влажной
<i>Горчица</i>			
Контроль	<u>5,35</u>	<u>1,01</u>	<u>19,2</u>
	0,23	0,05	21,7
Гиперфос	<u>7,23</u>	<u>1,20</u>	<u>16,6</u>
	0,28	0,06	21,4
$\text{KН}_2\text{P}_4$	<u>8,59</u>	<u>1,66</u>	<u>19,3</u>
	0,39	0,09	23,1
<i>Рапс</i>			
Контроль	<u>10,65</u>	<u>1,21</u>	<u>11,4</u>
	1,13	0,16	14,2
Гиперфос	<u>9,57</u>	<u>1,08</u>	<u>11,3</u>
	0,61	0,08	13,1
$\text{KН}_2\text{P}_4$	<u>14,30</u>	<u>1,92</u>	<u>13,4</u>
	1,14	0,17	14,9

П р и м е ч а н и е. НСР<sub>05</sub> (контроль) у горчицы для стеблей: сырая масса — 2,03, сухая масса — 0,188; у рапса — соответственно 2,79 и 0,35.

Результаты, представленные в табл. 3, показывают способность растений к накоплению фосфора в зависимости от обеспеченности почвы различными формами фосфатов.



Как известно, фосфор в растения поступает в виде ионов ортофосфорной кислоты, способность растений поглощать мобильный фосфор из труднорастворимых фосфатов определяется прежде всего активностью органических

кислот, содержащихся в корневых выделениях. Горчица и рапс практически не различались по степени накопления фосфора при выращивании на почве с различными по доступности формами фосфатов (см. табл. 3).

Т а б л и ц а 3

**Содержание фосфора в надземной части растений (мг)  
горчицы (числитель) и рапса (знаменатель)**

Параметры определения	Контроль	Гиперфос	$\text{KN}_2\text{PO}_4$
На 1 г сухой массы	<u>1,335</u> 1,340	<u>3,128</u> 3,503	<u>4,638</u> 4,686
НСР <sub>05</sub>	<u>0,139</u> 0,308		
На сухую массу одного растения	<u>1,348</u> 1,634	<u>3,753</u> 3,88	<u>7,700</u> 8,990
НСР <sub>05</sub>	<u>0,591</u> 1,49		
На сосуд	<u>5,392</u> 6,636	<u>15,012</u> 15,536	<u>30,800</u> 35,960
Поглощение фосфора растениями на сосуд, %	<u>12,6</u> 15,8	<u>20,8</u> 21,6	<u>25,0</u> 29,2

Содержание подвижных форм фосфора в почве без растений составило: в контроле — 4,2; в варианте с гиперфосом — 7,2 и в варианте с  $\text{KN}_2\text{PO}_4$  — 12,3 (мг/100 г). После окончания вегетации горчицы и рапса в почве были определены следующие концентрации подвижного фосфора: в контроле — соответственно 3,4 и 3,3; в варианте с гиперфосом — 6,4 и 6,5; с  $\text{KN}_2\text{PO}_4$  — 6,1 и 5,4 (мг/100 г

почвы). В вариантах с гиперфосом и легкорастворимым  $\text{KN}_2\text{PO}_4$  различия между растениями по линейным размерам были незначительны, особенно у рапса (см. табл. 1), что, вероятно, связано с особенностями развития данной культуры на ранних этапах. В варианте с гиперфосом обеспеченность почвы мобильными формами фосфора связана с выделениями органических кислот растениями

в ризосферную зону, поскольку в почве без растений в аналогичном варианте содержание подвижного фосфора составляло 7,2 мг/100 г, с растениями — 6,4 мг/100 г после горчицы и 6,5 мг/100 г после рапса (табл. 3).

Как было отмечено в методической части, в каждом сосуде было по 4 растения. Масса почвы составляла 1 кг. Данные о накоплении фосфора на сосуд четко указывают на существенную разницу между контролем и вариантами с гиперфосом и  $\text{KН}_2\text{PО}_4$  (табл. 3). В контроле растения горчицы аккумулировали всего около 5,4 мг фосфора на сосуд, а содержание мобильного фосфора в почве составляло 42 мг/кг без растений и 34 мг/кг с растениями. Разница — 8 мг/кг. Часть этого мобильного фосфора пошла на питание растений (5,4 мг), около 10—20% осталось в корнях, а также сюда, видимо, относятся потери доступного фосфора при поливе во время вегетации.

В варианте с гиперфосом общее поглощение растениями горчицы на один сосуд составило около 15 мг, а содержание доступного фосфора после окончания вегетации было 64 мг/кг почвы и 72 мг/кг в варианте с гиперфосом без растений. Разница — 8 мг/кг почвы, расте-

ния накопили около 15 мг, видимо, 7 мг растения горчицы аккумулировали при воздействии корневых экссудатов на труднодоступный гиперфос. У рапса в варианте с гиперфосом также отмечается аналогичная тенденция.

В варианте с  $\text{KН}_2\text{PО}_4$  остаток мобильных форм фосфора после горчицы составил 61 мг/кг, т. е. примерно такой же, как и в варианте с гиперфосом, а растения в среднем накопили 30,8 мг фосфора (см. табл. 3), в сумме (61 + 30,8 мг) — 91,8 мг; содержание же мобильного фосфора в почве в варианте с  $\text{KН}_2\text{PО}_4$  составляло 123 мг/кг. Разница в 29 мг в данном случае, возможно, связана с потерями легкорастворимого фосфата при поливе и трудностями определения этого количества при взятии по методике средневзвешенного образца.

Видимо, на ранних этапах вегетации растениями не требуется большого количества доступного фосфора, и если не происходит интенсивного поглощения, то легкорастворимый фосфат мигрирует по профилю вниз, что, вероятно, и явилось причиной некоего несоответствия содержания фосфора в почве и в растениях в вариантах без удобрений и с  $\text{KН}_2\text{PО}_4$ .

## Выводы

1. Поглощение фосфора (в виде ионов) в почвенном растворе корневой системой белой горчицы и рапса происходит независимо от формы содержания фосфатов в почве.

2. Степень поглощения растениями горчицы и рапса ионов ортофосфата в варианте с гиперфосом по отношению к контролю соответственно выше в 2,7 и 2,3 раза; в варианте с  $\text{KN}_2\text{P}_0_4$  — в 5,7 и 5,4 раза, т. е. агроэкологическая эффективность в последствии, вероятно, будет выше в случаях применения белой горчицы в качестве сидерата.

3. При использовании в качестве зеленого удобрения белая горчица более предпочтительна, чем рапс, поскольку у нее короткий срок вегетации, она устойчива к заморозкам (до  $-6^\circ\text{C}$ ) на ранних этапах развития и имеет прекрасные фитосанитарные свойства [4]. Эти достоинства белой горчицы будут способствовать ее применению в интенсивных и экологических севооборотах.

Применение сидератов из группы крестоцветных культур, имеющих короткий вегетационный период, позволит уменьшить скорость процесса деградации интенсивных агросистем и создать

необходимые предпосылки перехода к адаптивным системам земледелия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аубекеров Т. А., Мейерманов М. К. Горчица. Алма-Ата: Кайнар, 1980. — 2. Лошаков В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах. М.: Россельхозиздат, 1980. — 3. Минеев В. Г. Химизация земледелия и природная среда. — М.: Агропромиздат 1990. — 4. Минеев В. Г., Дебрецени Б., Мазур Т. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. — М.: Колос, 1993. — 5. Постников Д. А., Раскатов В. А. Нетрадиционные способы повышения биопродуктивности картофеля. — Докл. ТСХА, 1955. вып. 266, с. 33—39. — 6. Прянишников Д. Н. Доступно ли культурным растениям фосфорная кислота фосфоритов. — Изв. МСХИ, 1899. — 7. Прянишников Д. Н. Отчет об опытах по химической переработке фосфоритов и вегетационных опытах с ними. М.: МСХИ, 1921, вып. 6. — 8. Реймерс Н. Ф. Природопользование. М.: Мысль, 1990. — 9. Сагова Т. М., Велюханов И. В. Посевы крестоцветных на сидерацию. — Земледелие, 1987, № 12. — 10. Шеглер Э. Научные основы применения удоб-

рений в экологическом земледелии. — В кн.: Земледельец. М.: Прогресс, 1992. — 11. *Blick N.* Die Oecologische Landwirtschaft, 1984. — 12. *Jackson M. L.* Soil-chemical analysis. Prentice-Hall, inc,

Englewood Cliffs, N. J., 1984. — 13. *Murphy J., Riley J.* Anal. Chim, 1962. vol. 27, p. 31-36. — 14. *Schefer F., Kikuth R., Schlimme E.* Die Naturwissenschaften, 1967, № 54, H. 5, S. 1123-1124.

*Статья поступила  
26 октября 2000 г.*

## SUMMARY

Abilities of green manure crops to accumulate phosphorus when freely soluble ( $\text{KH}_2\text{P}_0_4$ ) phosphorus and hardly available apatite (hyperphos) are applied into the soil have been investigated in a greenhouse experiment. The soil with natural low content of available phosphorus was used as a control.

It has been shown that when soil contains hardly available phosphorus, the necessary agroecological practice is to use green manure crops from cruciferous family. Mustard and rape plants can accumulate from the soil from 20 to 29% of phosphorus applied with fertilizer as hyperphos or  $\text{KH}_2\text{P}_0_4$ .