

ОТНОШЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР К ПОЧВЕННОЙ КИСЛОТНОСТИ И ПОВЫШЕНИЕ ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ

Реакция среды в почве - один из основных показателей уровня плодородия почв для сельскохозяйственных культур, так как она является своего рода интегральным показателем целого комплекса свойств почв, который формирует урожай.

Установлено, что кислая среда нарушает углеводный и белковый обмен в растениях. Отрицательное влияние кислотной среды на ферментативный аппарат клеток приводит к замедлению и приостановлению процессов синтеза в растениях [1, 2].

Дикорастущие виды являются индикаторами почвенной кислотности. В.К. Каличкин (1998) отмечает, что индикаторами почвенной кислотности являются щавелек (*Rumex acetosella*), торица полевая (*Spergula arvensis*), лисохвост луговой. По нашим наблюдениям, надежным индикатором является хвощ полевой, который часто подавляет посевы ячменя и пшеницы.

Оптимальный интервал pH в почвах для культурных растений в сильной степени зависит от доступности элементов питания и растворимости токсикантов.

При улучшении минерального питания в оптимальных физических условиях (плотность почвы, содержание влаги и др.) урожайность существенно увеличивается, а оптимальный вариант значений pH смещается в более кислую сторону.

Однако, несмотря на эти особенности, сельскохозяйственные растения по отношению к почвенной кислотности можно разделить на несколько групп [3, 4].

Первая группа характеризуется высокой чувствительностью к почвенной кислотности: клевер, эспарцет, корнеплоды, донник.

Вторая группа культур отличается умеренной чувствительностью к кислотности почв, хорошей отзывчивостью на известкование: яровая пшеница, кукуруза, ячмень, горох, вика.

Третья группа культур - слабочувствительные к кислотности, однако они положительно реагируют на известкование: озимая рожь, гречиха, тимофеевка.

Четвертая группа подразделяется на две подгруппы: а) не переносящие избыток кальция в почве - лен; б) удовлетворительно переносящие кислотность почвы и не нуждающиеся в известковании - картофель. По нашим данным, в эту же подгруппу следует отнести люпин желтый однолетний.

Оптимальная реакция почв не является строго фиксированной величиной, она зависит от уровня питания, а также от наличия тех или иных ионов в питательном растворе. Кроме того, большое влияние оказывают агрохимические, биологические свойства почвы и ее водно-воздушный режим [6].

Важнейшим фактором, снижающим урожайность сельскохозяйственных культур на кислых почвах, является алюминий. Устойчивость растений к токсичности алюминия имеет сложную природу и контролируется генетически. Растения, клетки корней которых имеют устойчивую к действию металла плазмолемму, наряду с активным подщелачиванием среды интенсивно выделяют вещества, хелатирующие и осаждающие алюминий, устойчивы к нему [5].

А.И. Мещеряков (1937), по данным своих исследований и других авторов, расположил полевые культуры по степени их чувствительности к алюминию в следующем порядке: сахарная свекла —> горчица белая > лен-долгунец > конопля > яровая пшеница > морковь > картофель > кенаф > подсолнечник > овес — горох — гречиха — люпин > яровая рожь.

На территории Алтайского края значительную часть (2622,3 тыс. га) занимают серые лесные почвы. Они сформировались под березовыми лесами и

по своей природе являются кислыми. Большая часть этих почв используется в пашне. При этом урожайность сельскохозяйственных культур низкая вследствие повышенной кислотности, низкого содержания гумуса, пониженной биологической активности. Повысить продуктивность сельскохозяйственных культур на кислых почвах возможно химической мелиорацией. В Алтайском крае подобных исследований не проводилось. В связи с этим нами были проведены исследования по изучению отзывчивости сельскохозяйственных культур на известкование.

Методика исследований

Опыты по изучению эффективности дефектата, минерального удобрения и их совместного действия были заложены на среднекислой серой лесной почве на землепользовании КФХ А.Н. Иванова.

Дефектат - известьсодержащий мелиорант, отход Черемновского сахарного завода. Доза дефектата, исходя из содержания в нем CaCO_3 , была определена по величине гидролитической кислотности. Дефектат вносили перед закладкой опыта. Комплексное минеральное удобрение - нитроаммофоску - вносили ежегодно по 60 кг действующего вещества (NPK).

Для изучения эффективности мелиоранта была заложена серия опытов.

Опыт № 1 был заложен для изучения действия дефектата, минерального удобрения и их совместного действия на урожайность основных сельскохозяйственных культур возделываемых в этой зоне: озимой ржи Чулпан, озимой пше-

ницы Комсомольская 56, тритикале Алтайская 2, яровой пшеницы Алтайская 50, овса, гороха Неосыпающийся 1, картофеля Адретта, вики озимой Фортуна, вики яровой Нежностебельная, клевера и люцерны. Опыт включал следующие варианты: 1. Контроль. 2. Дефектат 15 т/га. 3. $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$. 4. Дефектат **15 т/га + $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$** .

Опыт № 2. В этом опыте изучали сравнительную эффективность мелиорации серых лесных почв дефектатом и известью (CaCO_3) ГОСТ 4530-76 в полной дозе (определенной по Нг).

Площадь опытных участков составляла 18 м^2 . Повторность - трехкратная.

Результаты исследований

Озимая рожь - это культура сравнительно устойчивая к почвенной кислотности. Однако она при перезимовке страдает от избытка алюминия и марганца. Улучшение пищевого режима при известковании положительно сказывается на урожайности.

Данные таблицы 1 показывают, что внесение дефектата и эквивалентное количество извести повышают урожайность озимой ржи в среднем за 3 года на 45 и 34,6% соответственно. Разница урожайности ржи по дефектату и известняку незначительна и находится в пределах ошибки опыта, то есть эффективность этих мелиорантов практически равнозначна.

Более детально изучено влияние дефектата, комплексного минерального удобрения и совместное их действие на урожайность сельскохозяйственных культур.

Таблица 1
Влияние видов мелиорантов на урожайность озимой ржи сорта Чулпан на серых лесных почвах, т/га

Вариант	1999 г.		2000 г.		2001 г.		Среднее за 3 года	
	урожайность, т/га	прибавка к контролю, %	урожайность, т/га	прибавка к контролю, %	урожайность, т/га	прибавка к контролю, %	урожайность, т/га	прибавка к контролю, %
Контроль	3,24	-	3,09	-	1,63	-	2,65	-
Дефектат 15 т/га	4,50	38,8	4,30	39,1	2,61	60,1	3,80	45,0
CaCO_3 7,5 т/га	4,21	29,9	4,11	33,0	2,30	41,1	3,54	34,6
НСР _п	0,29	-	0,34	-	0,26	-	0,30	-

Нашими исследованиями установлено, что дефекат в дозе 15 т/га повышает урожайность ржи в среднем за три года на 40%, минеральное удобрение в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ обеспечивает повышение урожайности озимой ржи на 53%, то есть оно более эффективно, чем дефекат. Однако следует отметить, что дефекат улучшает все свойства серой лесной почвы, в первую очередь физико-химические, оптимизирует почвенную кислотность и повышает степень насыщенности почв основаниями, а минеральное удобрение только способствует повышению урожайности за счет прямого внесения доступных питательных веществ для растений.

Особенно эффективен дефекат в сочетании с минеральным удобрением. Урожайность озимой ржи сорт Чулпан в среднем за три года повышается с 2,51 до 4,88 т/га, или почти в 2 раза (табл. 2).

Увеличение урожайности ржи происходит за счет увеличения количества зерен в колосе. На контроле количество зерен в колосе составляет 39,7 шт., а применение дефеката способствует их увеличению до 43,9 шт. Совместное применение дефеката и удобрения по-

вышает количество зерен в колосе до 51,3 шт.

Картофель. Это культура может расти и развиваться как на кислых, так и на слабощелочных почвах. Картофель занимает место среди культур, устойчивых к алюминию [7].

В наших опытах урожайность картофеля сорта Адретта составляла на контроле в среднем за три года 14,02 т/га. Применение дефеката повышало его урожайность в среднем за три года на 29%. Даже при ранней уборке 8 августа 2001 г. урожайность на мелиорированном фоне была на 26% выше, чем на контроле. Применение удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ без дефеката повысило урожайность также на 46%. Совместное применение дефеката и удобрения удвоило урожайность картофеля с 14,02 до 28,12 т/га (табл. 2).

Картофель хорошо отзывается на известкование, потому что оно улучшает физические свойства пахотного слоя: снижает плотность, улучшает аэрацию почв, которые являются важными условиями формирования клубней. Наибольшие прибавки урожая картофеля от известкования получают на сильнокислых почвах.

Таблица 2

Влияние дефеката и минерального удобрения на урожайность сельскохозяйственных культур, т/га (среднее за 1999-2001 гг.)

Культура	Контроль	Дефекат 15 т/га			N«P«K«			Дефекат 15 т/га +			НСР ₀₅
		урожайность	прибавка		урожайность	прибавка		урожайность	прибавка		
			т/га	%		т/га	%		т/га	%	
Озимая рожь сорт Чулпан	2,51	3,51	1,0	40	3,85	1,34	53	4,88	2,37	94	0,28
Картофель сорт Адретта	14,02	18,10	4,08	29	20,45	6,43	46	28,12	14,1	101	1,03
Озимая пшеница Комсомольская 56	0,98	2,39	1,41	44	2,15	1,17	20	2,91	1,93	97	0,95
Тритикале Алтайская 2	1,71	2,83	1,12	65	2,95	1,24	73	3,89	2,18	127	1,04
Яровая пшеница Алтайская 50	0,58	0,90	0,32	55	1,20	0,62	107	1,40	0,82	141	0,28
Вика озимая Фортунa (семена)	1,66	2,13	0,47	46							
Вика мохнатая Нежностебельная (семена)	1,10	1,50	0,40	36	0,81	0,29	26	1,68	0,58	52	0,23
Люпин	1,88	2,02	0,14	7	1,79	-0,09	-4	2,18	0,3	15	0,09
Клевер луговой	2,44	3,24	0,8	32	2,72	0,28	11	3,56	1,12	48	0,17
Люцерна синегрибная	0,96	1,46	0,5	52	1,08	0,12	13	1,83	0,93	96	0,15
Овес	0,86	1,23	0,37	43	1,11	0,25	29	1,47	0,61	70	0,23
Горох Неосыпающийся	1,96	2,86	0,90	45	2,16	0,21	11	3,32	1,36	69	0,27
Фасоль Бусинка	1,67	2,34	0,67	40	2,44	0,77	46	2,78	1,11	66	0,31

Озимая и яровая пшеница. Эта культура требовательна к почвенному плодородию и к реакции среды. Однако разные сорта пшеницы отличаются по степени устойчивости к кислой реакции среды и повреждающему действию алюминия. Оптимальная для ее роста и развития реакция среды, близкая к нейтральной, поэтому как озимая, так и яровая пшеница хорошо отзываются на известкование.

Необходимо отметить, что урожайность озимой пшеницы на среднекислых почвах выше, чем яровой пшеницы, но отзывчивость на химическую мелиорацию выше у яровой пшеницы. Полученные данные показывают, что урожайность яровой пшеницы на контроле не превышала 0,7 т/га. В те же годы исследований урожайность озимой пшеницы сорта Комсомольская 56 на этом варианте составляла 0,98 т/га. Применение дефеката повышало урожайность озимой пшеницы на 44%, а яровой - на 55%. Особенно заметную прибавку урожайности яровая пшеница давала при совместном внесении дефеката с минеральным удобрением до 141%. При этом прибавка озимой пшеницы составляла 97%.

Повышение урожайности озимой пшеницы от проводимых мероприятий происходит, главным образом, за счет увеличения количества зерен в колосе с 20,8 до 37,2 и массы 1000 зерен, которая на контроле составила 42,32, а на мелиорированном фоне достигала максимальной величины 50,7 г. Яровая пшеница также реагирует на применение химической мелиорации увеличением всех элементов продуктивности.

Тритикале - пшенично-ржаной амфидиплоид, унаследовал качество зерна пшеницы, высокую зимостойкость и урожайность ржи. Эта культура устойчива к почвенной кислотности и по урожайности превосходит не только яровую пшеницу, но и озимую.

По нашим данным, урожайность тритикале Алтайская 2 на среднекислых почвах составляет 1,71 т/га, а озимой пшеницы Комсомольская 56 - 0,98 т/га, то есть урожайность пшеницы почти в 2 раза ниже. Улучшение почвенных условий с помощью дефеката увеличивает урожайность тритикале с 1,71 до 3,89 т/га. Таким образом, на

среднекислых почвах наряду с озимой рожью следует возделывать тритикале как озимую высокоурожайную культуру.

Следует отметить, что озимые культуры слабочувствительны к почвенной кислотности. По нашим данным, озимую пшеницу, тритикале, озимую вику мохнатую можно отнести к группе слабочувствительных к кислотности.

Зернобобовые и кормовые культуры. Горох и овес по данным [7] относятся к культурам, устойчивым по отношению к алюминию, обуславливающим почвенную кислотность, уступая только гречихе и люпину. Однако обе эти культуры хорошо отзываются на химическую мелиорацию дефекатом. Прибавка урожайности от мелиоранта у овса и гороха практически одинакова и в среднем за 3 года составляет, соответственно, 43 и 45% (табл. 2). Совместное применение дефеката и минерального удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) у изучаемых культур повышает урожайность на 70%.

Озимая вика мохнатая сорт Фортуна и яровая вика мохнатая сорт Нежностебельная - ценные кормовые культуры. Они являются среднеустойчивыми к алюминию и почвенной кислотности. При введении новых культур в севооборот необходимо решать проблему их семеноводства. Нашими исследованиями установлено, что оба сорта вики в результате мелиорации повышают урожайность семян. У озимой вики Фортуна на контроле она составляла 1,66 т/га, а на мелиорированном фоне - 2,13 т/га, что на 28% выше, у яровой вики Нежностебельная - соответственно, 1,1; 1,5 т/га и 36% (табл. 2).

От совместного применения дефеката и удобрения урожайность также повышается, но в разной степени. Наибольшая прибавка семян на этом варианте получена у вики яровой Нежностебельная до 52%.

Применение минеральных удобрений повышает урожайность вики незначительно или даже снижает ее, как у яровой вики мохнатой сорт Нежностебельная.

Люпин как сидеральная культура не возделывается в Алтайском крае. Опыт возделывания этой культуры на серых лесных почвах показал, что на химическую мелиорацию люпин отзывается

слабо. Прибавка от дефеката составила всего 4%, поэтому возделывание его на мелиорированной серой лесной почве нецелесообразно.

Многолетние бобовые травы (клевер луговой и люцерна синегибридная) при возделывании их на сено на серых лесных почвах значительно повышают урожай на мелиорированном фоне, особенно люцерна, так как она характеризуется слабой генетической устойчивостью к почвенной кислотности.

Клевер, как более устойчивый к кислым почвам, дает высокую урожайность на среднекислых не мелиорированных почвах по сравнению с люцерной и в меньшей степени отзывается на внесение дефеката. Прибавка от мелиоранта у клевера лугового составляет 32%, а у люцерны синегибридной - 52%.

Совместное действие минерального удобрения и дефеката обеспечивает прибавку зеленой массы люпина, равную 96%. Клевер луговой на среднекислых почвах можно выращивать без дефеката, так как урожайность сена его на этих почвах достигает 2,5 т/га.

Внесение минеральных удобрений под все бобовые культуры дает прибавку урожая ниже, чем при использовании дефеката. Это, вероятно, связано с подкислением среды и угнетением азотфиксирующей активности клубеньковых бактерий.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что наиболее устойчивыми среди сельскохозяйственных культур к кислым почвам являются люпин, картофель, клевер луговой, вика яровая мохнатая. Из возделываемых культур люпин можно выращивать на кислых немелиорированных почвах.

Наиболее отзывчивыми на химическую мелиорацию дефекатами оказались тритикале, яровая пшеница, люцерна синегибридная, вика озимая, горох. Менее отзывчивы были озимая пшеница, овес, озимая рожь, фасоль.

Внесение одних минеральных удобрений на кислых почвах повышало урожайность зерновых культур и в большей мере, чем дефекат, в то время как бобовые культуры более отзывчивы на мелиорацию. Это, по-видимому, связано с угнетением азотфиксирующей активности при внесении минерального удобрения.

Наибольшее повышение урожайности всех культур наблюдается при внесении минерального удобрения по фону химической мелиорации. Прибавки составляли 48-127%. По отзывчивости культур на этот прием их можно расположить в следующий ряд: яровая пшеница > тритикале > картофель > озимая пшеница → люцерна > озимая рожь > овес > горох > фасоль > вика мохнатая > клевер > люпин. Данный факт необходимо учитывать при возделывании сельскохозяйственных культур на кислых почвах.

Сравнительное изучение действия дефеката и эквивалентного количества стандартного мелиоранта CaCO_3 на урожайность озимой ржи показало, что эффективность этих мелиорантов практически равнозначна. Однако лучший эффект наблюдается при использовании дефеката сахарного производства в связи с дополнительным внесением в почву органических и минеральных веществ в его составе.

Библиографический список

1. Авдонин Н.С. Почва, растение, белок / Н.С. Авдонин // *Агрохимия*. 1975. № 9. С. 3-13.
2. Петербургский А.В. *Агрохимия и физиология питания растений* / А.В. Петербургский. М.: Россельхозиздат, 1981. 184 с.
3. Авдонин Н.С. О влиянии реакции среды на растения / Н.С. Авдонин // *Физиологическое обоснование системы питания растений*. 1964. С. 212-219.
4. Каличкин В.К. *Агроэкологические основы мелиорации кислых почв Западно-Сибирской равнины* / В.К. Каличкин. Новосибирск: СибНИИЗХим, 1998. 240 с.
5. Климашевский Э.Л. *Генетический аспект минерального питания растений* / Э.Л. Климашевский. М.: Агропромиздат, 1991. 415 с.
6. Прянишников Д.Н. *Азот в жизни растений и в земледелии СССР* / Д.Н. Прянишников. М.: Изд-во АН СССР, 1945. 199 с.
7. Мещеряков А.И. Влияние кислотности и Al на рост растений / А.И. Мещеряков // *Тр. ВИУА* 17. 1937. Т. 16. 166 с.