

УДК 631.416.2 + 631.4. + 631.811.2

РОЛЬ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ МОБИЛЬНОСТИ ПОЧВЕННЫХ ФОСФАТОВ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ТИПИЧНЫХ СЕРОЗЕМОВ ПОДВИЖНЫМ ФОСФОРОМ

Абзалов А.А., Нурмухамедов А.А., Тухтаев Х.Р., Абзалова Н.А.

Ташкентский фармацевтический институт, Ташкент, e-mail: akmal.38@yandex.ru

В результате проведенных нами исследований выявлено, что наиболее высокое содержание в почве подвижного фосфора, извлекаемого углекислым аммонием, приурочено в ранний период вегетации, т.е. апрель-май месяцы года, а низкие – осенью. Применение под хлопчатник и артишока колючего мочевины, особенно сульфата аммония по отношению аммония азотнокислого и кальция нитрата способствует увеличению в почве подвижных фосфатов за счет мобилизации первых групп фосфатов. Подвижные фосфаты, извлекаемые раствором углекислого аммония, при внесении сульфата аммония и мочевины под изучаемые нами растения увеличиваются в большей мере на среднеобеспеченной этим элементом питания в почве, чем на низкообеспеченной. Применение мочевины и особенно сульфата аммония, по сравнению с другими формами азотных удобрений, особенно по сравнению с низкообеспеченной фосфором почве, способствует усилению роста, развития и продуктивности хлопчатника и артишока колючего, а также биологически активных веществ (рутин, лютеолин) в их тканях.

Ключевые слова: фосфор, мочевина, сульфат аммония, рутин, лютеолин, элементы питания, углекислый аммоний, мобилизация, артишок колючий, вегетация

ROLE OF FORMS OF NITROGEN FERTILIZER TO INCREASE MOBILITY IN SOIL PHOSPHATES VARIOUS PROVISIONS TYPICAL SEROZEM MOBILE PHOSPHORUS

Abzalov A.A., Nurmuhamedov A.A., Tuhtaev H.R., Abzalova N.A.

Tashkent Pharmaceutical Institute, Tashkent, e-mail: akmal.38@yandex.ru

In the result of conducted researches it has been revealed the higher content in the soil of mobile phosphate with carbonic ammonia timed to early vegetation periods, i.e. April-May months, and lower in autumn. The use for cotton plant and artichoke prickly of urea, particularly ammonia sulfate comparing with ammonia nitric acid and calcium nitrite promotes the increase in the soil of mobile phosphates on the account of mobilization of the phosphates' first groups. Mobile phosphates, extracted by carbonic ammonia solution, at introduction to the studied by us plants of ammonia sulfate and urea are increased in higher degree in the soil middle-provided with this nutrient, than in low-provided. The use of urea and particularly ammonia sulfate, in comparison with other forms of nitric fertilizers, comparing with low-provided with phosphorous soil, promotes the increase of growth, development and productivity of cotton plant and artichoke prickly, and also biologically active substances (rutin, luteolin) in their tissues.

Keywords: phosphorus, urea, ammonium sulfate, rutin, luteolin, batteries, ammonium carbonate, mobilization, *Cynara scolymus* L., vegetation

Цель исследования

Известно, что среди минеральных удобрений большая роль в создании высоких урожаев сельскохозяйственных культур принадлежит фосфорным удобрениям, так как в странах СНГ, в том числе и в Узбекистане, большая часть обследованной почвы низко обеспечена этим элементом питания. Все это лимитирует уровень урожайности как сельскохозяйственных, так и лекарственных растений и снижает эффективность азотных и калийных удобрений.

В большинстве проведенных исследований в Средней Азии рассматривались вопросы эффективности применения фосфорных удобрений на хлопчатнике в зависимости от дозы, сроков, способов внесения, а так же рационального их размещения в севообороте [1, 4].

Установлено, что водорастворимые соли фосфорной кислоты, внесенные с удобрениями в почву, насыщенные кальцием, магнием, алюминием, частично железом, превращаются в двух – трехзамещенные фосфаты. При длительном взаимодействии с почвой эти соединения фосфатов переходят в более основные, труднодоступные для растения формы, поэтому коэффициент использования хлопчатником фосфорных удобрений не превышает 15-20% в год действия, а с учетом последовательности 30-35%.

В настоящее время в результате систематического применения фосфорных удобрений, особенно в высоких дозах, превышающих во много раз потребность хлопчатника в фосфоре, в почвах сероземного пояса накопилось большое количество этого элемента питания в труднодоступных

для растений формах (более 10 т/га в пахотном горизонте) [1, 2, 4].

Поэтому в условиях таких почв поиск путей мобилизации фосфатов из накопившихся трудноусвояемых их форм способствовал бы улучшению фосфорного питания хлопчатника и артишока колючего и повышению эффективности фосфорных удобрений. При частичном переводе этих трудноусвояемых растений фосфатов в доступные для хлопчатника и артишока колючего формы можно получить высокие урожаи и в какой-то мере снизить дозы фосфорных удобрений. В связи с этим, научное обоснование и разработка методов мобилизации почвенных фосфатов имеет особую актуальность [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8].

Материал и методы исследования

Для изучения мобилизации фосфатов на типичных сероземах при использовании разных форм азотных удобрений закладывались полевые опыты на различных по обеспеченности подвижным фосфором типичных сероземах (низкая -24, средняя – 42 мг на 1 кг почвы). Годовая норма азотных и калийных удобрений составила соответственно: N – 200, P ~ 140 и K – 90 кг/га (табл. 1).

Почва – типичный серозем давнего орошения среднесуглинистого механического состава, с высоким содержанием крупной пыли (40-60%), илстые фракции почвы составляют 25-30% и находятся в агрегированном виде. Содержание гумуса и валового азота в пахотном и подпахотном горизонтах (0-30, 30-50 см) составило соответственно 1.01 и 0.71, 0.72 и 0.09, 0.06 а содержание валового фосфора – 0,12 и 0,08, валового калия в пределах 170 – 171 и 1,10% к сухой почве. Содержание аммиачного азота в почве – в ничтожных количествах – 1,1 и 2,3 мг/кг почвы; нитратов – 17 – 18 мг/кг в пахотном и 11,0 – 12,5 – в подпахотном горизонтах. Обменный калий в почве находился на уровне 160-165 в пахотном и 110-115 мг/кг – в подпахотном горизонте.

Создание фонов по обеспеченности почвы (низкая – 24, средняя – 42 мг/на 1 кг почвы) фосфором осуществляли следующим образом: выделяли участок площадью 0,7 га с содержанием подвижного фосфора 17 мг/кг почвы, т.е., почва близка к очень низкообеспеченной этим элементом питания. Ежегодно (1987 – 2015 гг.) осенью, после уборки урожая изучаемых растений, вносили фосфорные удобрения порядка 100, 200 и 300 кг/га P_2O_5 ; затем в образцах почвы с внесением разных норм фосфорных удобрений определяли подвижный фосфор [3, 6].

В результате взаимодействия вносимых разных доз (100, 200 и 300 кг/га) фосфорных удобрений в почве, уровень содержания подвижного фосфора повысился от 17 (исходное) до 24,36,42 мг/кг почвы соответственно.

Вегетационные и полевые опыты заложены в 1987 – 2015 гг. на низко (24 мг/кг) и среднеобеспеченной (42 мг/кг) подвижными фосфатами почве с ежегодным внесением фосфорных удобрений в вегетационных и полевых опытах соответственно 4 г/сосуд и 140 кг/га P_2O_5 , на среднеобеспеченной фосфором почве и 3 г/сосуд и 105 кг/га P_2O_5 на низкообеспеченной.

Легкодоступные для растений формы фосфора, извлекаемого 1% углекислым аммонием в сероземах невелики, и составляют 1-3% от его общего содержания. По данным многих исследователей [2, 3], углекислым аммонием извлекается в основном моно- и дифосфаты кальция, частично затрагивая трехкальциевые соединения фосфора и они составляют главную часть фонда потребления фосфора хлопчатником и другими растениями.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты вегетационных и полевых опытов установили, что содержание подвижного фосфора в почве, извлекаемого 1% углекислым аммонием больше в первой половине вегетации изучаемых растений, чем во второй (цветение – плодообразование).

Таблица 1

Схема вегетационных и полевых опытов

Номер варианта	Обеспеченность почвы подвижным фосфором	Формы азотных удобрений	Годовая норма удобрений					
			Вегетационный опыт г/сосуд			Полевой опыт кг/га		
			N	P	K	N	P	K
1	Низкая	$CO(NH_2)_2$	5	4	1,5	200	140	90
2	Низкая	NH_4NO_3	5	4	1,5	200	140	90
3	Низкая	$Ca(NO_3)_2$	5	4	1,5	200	140	90
4	Низкая	$(NH_4)_2SO_4$	5	4	1,5	200	140	90
1	Средняя	$CO(NH_2)_2$	5	4	1,5	200	140	90
2	Средняя	NH_4NO_3	5	4	1,5	200	140	90
3	Средняя	$Ca(NO_3)_2$	5	4	1,5	200	140	90
4	Средняя	$(NH_4)_2SO_4$	5	4	1,5	200	140	90

При внесении под хлопчатник и артишока колючего мочевины и сульфата аммония содержание подвижного фосфора больше, чем при использовании аммония азотнокислого и нитрата кальция. Мочевина и сульфат аммония увеличивают содержание подвижного фосфора больше на среднеобеспеченной фосфором почве, чем на низкообеспеченной. Разница в содержании подвижных фосфатов в почве при использовании под хлопчатником и артишоком колючим разных форм азотных удобрений сохраняется и в конце вегетации растений, однако в этот период она несколько сглаживается.

Фосфаты различных групп, выделенных по Чирикову [4, 5], как известно в одинаковой мере доступны растениям. Фосфаты, растворимые в воде, насыщенной углекислой, доступны и поглощаются ими весьма энергично, а фосфаты, растворимые в ук-

суснокислой вытяжке, используются растениями различно в зависимости от почвенных условий, солянорастворимые фосфаты не относятся к категории усвояемой формы фосфатов и считаются резервом фосфорного питания растений.

Результаты анализов (конец вегетации) установили, что величина содержания в почве фосфора, извлекаемого углекислой вытяжкой, заметно меняется в зависимости от применения разных форм азотных удобрений. При внесении мочевины и сульфата аммония, по сравнению с внесением нитрата кальция и азотнокислого аммония, заметно снижается содержание фосфора, извлекаемого углекислой вытяжкой.

Это, по-видимому, связано с одной стороны переходом фосфора, извлекаемого углекислой вытяжкой, в углеаммонийную, а с другой усилением поглощения растением этого элемента питания (табл. 2).

Таблица 2

Содержание фосфатов различной растворимости при использовании под хлопчатник и артишока колючего разных форм азотных удобрений (мг/кг (конец вегетации))

Форма фосфора	Низкая обеспеченность				Средняя обеспеченность			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Вегетационные опыты								
Хлопчатник								
Общий	1174	1172	1165	1283	1242	1238	1233	1247
Растворимый в углекислой вытяжке	61,7	70,3	68,7	61,3	65,0	70,0	67,8	66,0
Растворимый в 0,5н уксусной кислоте	689	693	698	686	703	718	720	706
Растворимый в 5н соляной кислоте	208	211	206	208	232	229	230	231
Артишок колючий								
Общий	1184	1191	1158	1293	1253	1244	1239	1251
Растворимый в углекислой вытяжке	62,3	71,9	70,8	63,4	67,2	69,4	68,6	67,7
Растворимый в 0,5н уксусной кислоте	695	702	710	694	711	731	735	712
Растворимый в 5н соляной кислоте	214	218	209	213	217	220	224	223
Полевые опыты								
Хлопчатник								
Форма фосфора	Низкая обеспеченность				Средняя обеспеченность			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Полевые опыты хлопчатник								
Общий	1170	1172	1178	1268	1240	1248	1251	1238
Растворимый в углекислой вытяжке	70	78	75	68	73	79	81	72
Растворимый в 0,5н уксусной кислоте	680	693	695	682	721	731	733	720
Растворимый в 5н соляной кислоте	215	214	217	214	231	235	233	230
Артишок колючий								
Общий	1176	1187	1191	1180	1293	1302	1309	1286
Растворимый в углекислой вытяжке	73	78	79	73	82	89	93	83
Растворимый в 0,5н уксусной кислоте	687	696	693	679	788	799	806	789
Растворимый в 5н соляной кислоте	218	220	224	218	239	243	245	239

Варианты: 1) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, 2) NH_4NO_3 , 3) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 4) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Таблица 3

Рост главного стебля, накопление плодоеlementов и урожай хлопка-сырца в зависимости от обеспеченности почвы фосфором и внесения разных форм азотных удобрений

Полевые опыты

Номер варианта	Обеспеченность почвы подвижным фосфором	2011 г.		Количество коробочек	Урожай хлопка-сырца ц/га	2012 г.		Количество коробочек	Урожай хлопка-сырца ц/га
		Высота главного стебля см.				Высота главного стебля см.			
		1. VIII	1. IX			1. VIII	1. IX		
1	Низкая	73	83	9,1	38,6	75	84	9,5	39,0
2	Низкая	71	80	9,0	35,8	73	82	9,2	37,5
3	Низкая	68	75	8,5	34,9	69	80	8,7	37,0
4	Низкая	74	83	9,3	39,3	76	97	9,8	39,8
НСР 0,95					1,15 ц/га				1,20 ц/га
1	Средняя	75	87	10,8	41,4	78	89	11,0	43,5
2	Средняя	73	83	10,0	38,7	75	85	10,8	40,5
3	Средняя	72	82	9,6	38,0	74	86	10,0	40,0
4	Средняя	76	91	11,0	40,8	80	94	11,2	43,3
НСР 0,95					1,50 ц/га				1,13 ц/га

При внесении мочевины, особенно сульфата аммония, содержание в почве фосфатов, растворимых в уксуснокислой вытяжке также заметно снижается по отношению к содержанию в почве фосфатов с внесением азотнокислого аммония и нитрата кальция.

Эти данные свидетельствуют, что при внесении амидной и аммиачной форм азотных удобрений мобилизация фосфатов из углерастворимой и уксуснорастворимой их фракции происходит в большей мере, чем при использовании нитратной и аммиачно-нитратной форм. Это подтверждается данными по использованию как хлопчатником, так и артишоком колючим в зависимости от источника азотного питания.

Мобилизация почвенных фосфатов, растворимых в уксуснокислой вытяжке, зависит от уровня обеспеченности почвы фосфором и она происходит в большей мере на среднеобеспеченной фосфором почве, чем низкообеспеченной, что связано с высоким содержанием резервного фонда фосфора, извлекаемого уксуснокислой вытяжкой. Примерно такие же данные получены в полевом опыте, где содержание фосфора, извлекаемого углекислой и уксуснокислой вытяжками было меньше при внесении под хлопчатник и артишока колючего амидной и аммиачной форм азота, чем нитратной и аммиачно-нитратной. Данные наших ис-

следований согласуются с материалами исследований, полученных и другими исследователями [7, 8].

Следовательно, фосфатмобилизующая способность разных форм азотных удобрений располагается в следующей последовательности: сульфат аммония, мочевина, азотнокислый аммоний, нитрат кальция.

Полевые опыты так же установили, что рост главного стебля и количество вполне сформировавшихся коробочек зависит от уровня обеспеченности почвы подвижным фосфором и форм азотных удобрений (табл. 3). Ростовые процессы и образование плодоеlementов протекают более интенсивно на среднеобеспеченной фосфором почве, чем на низкообеспеченной. И здесь мочевина и сульфат аммония оказали более положительное влияние на ускорение роста главного стебля, увеличение числа коробочек и урожай хлопка сырца, чем нитрат аммония и особенно нитрат кальция.

Таким образом, приведенные данные показывают, что применение разных форм азотных удобрений по-разному оказывает влияние на рост, плодоношение и урожай хлопка-сырца.

По эффективности используемые формы азотных удобрений располагались в следующей последовательности: сульфат аммония, мочевина, азотнокислый аммоний и нитрат кальция. При этом эффективность

применения сульфата аммония и мочевины по сравнению с аммиачной селитрой, особенно нитратом кальция, проявляется в большей мере на фоне среднеобеспеченной почвы, чем на низкообеспеченной.

Выводы

На основании проведенных нами результатов исследований можно сделать следующие выводы:

1. Содержание соединений фосфора в почве зависит от обеспеченности её подвижным фосфором. С повышением обеспеченности почвы фосфором от низкой до средней увеличивается в почве содержание фосфатов, извлекаемых в угле- и уксуснокислых и солянокислых вытяжках соответственно от 79, 708 и 210 мг/кг почвы до 84, 746 и 233 мг/га.

2. При внесении мочевины, особенно сульфата аммония по сравнению с внесением азотнокислого аммония и нитрата кальция снижается содержание фосфатов, извлекаемых водными растворами угле- и уксусной кислот, одновременно в этих условиях повышается содержание подвижных фосфатов, извлекаемых углекислым аммонием. На среднеобеспеченной подвижным фосфором почве мобилизация фосфатов из первой и второй групп по Чирикову при применении мочевины и сульфата аммония больше, чем на почве с низкой обеспеченностью этим элементом питания. Содержание фосфатов, извлекаемых раствором соляной кислоты, при использовании под хлопчатник и артишока колючего разных форм азотных удобрений существенно не изменилось и оставалось на уровне их исходного содержания.

3. Более высокое содержание в почве подвижного фосфора, извлекаемого углекислым аммонием, приурочено к весеннему периоду, низкое – осеннему. Применение под хлопчатник и артишока колючего мочевины, особенно сульфата аммония по отношению аммония азотнокислого и кальция нитрата, способствует увеличению в почве

подвижных фосфатов (по Мачигину) за счет мобилизации первых групп фосфатов (по Чирикову). Подвижные фосфаты, извлекаемые раствором углекислого аммония, при внесении под хлопчатник и артишока колючего сульфата аммония и мочевины увеличиваются в большей мере на среднеобеспеченной этим элементом питания почве, чем на низкообеспеченной.

4. Внесение мочевины и особенно сульфата аммония по сравнению с внесением азотнокислого аммония и нитрата кальция способствуют усилению роста стебля, увеличению плодэлементов как хлопчатника, так и артишока колючего.

Список литературы

1. Кузиев А. Фракционный состав фосфатов сероземно-оазисных почв. В сб. «Ўзбекистон тупроклари ва улардан фойдаланишнинг айрим йўналишлари». Издательство Таш ГАУ. – Ташкент, 1998. – С. 41-45.
2. Махмудова М.А. Мобилизация фосфатов на типичных сероземах при использования под хлопчатник разных форм азотных удобрений. Автореферат соискание с/х наук. – Ташкент, 1990. – С. 5–8.
3. Мачигин Б.П. Агрохимические свойства почв и влияние удобрений на развитие хлопчатника. Сб. Научных трудов по применению удобрений под хлопчатник ЦСУА союзники, Ташкент, 1957, С. 32–34.
4. Пирахунов Т.П. Фосфорное питание хлопчатника в различных почвенных условиях. Изд. «Наука», Ташкент, 1977. С. 36–37.
5. Пирахунов Т.П., Махмудова М.А., Абзалов А.А. Фосфор в почве и пути повышения его мобильности. Издательство Таш ГАУ, 1990, Ташкент, С. 79–84.
6. Протасов П.В., Катаев Б.Н. Изменение агрохимических свойств почвы при систематическом применении минеральных удобрений. «Агрехимия» 1968, С. 35–36.
7. Таддесе Робле Гирма. Эффективность применения серы под хлопчатник в зависимости от уровня минерального питания. Автореф. канд. дисс., Ташкент, 1988, С. 6–8.
8. Яровенко Г.И. Физиолого – агрохимические основы повышения эффективности азотных удобрений в хлопководстве. – Ташкент. Изд «Ўзбекистан», 1969, С. 22–26.