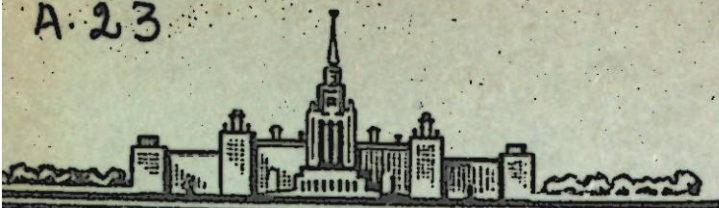


57

А. 23



На правах рукописи

АЛЬ-ШАМАРИ АБДЕЛЬ КЕРИМ ХАЛИД

**Влияние систематического применения
удобрений на изменение свойств почвы,
урожай и качество растительной
продукции**

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель
академик ВАСХНИЛ Н. С. АВДОННИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА • 1967

54
A23

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

Биолого-почвенный факультет

В литературе приводятся данные многолетних опытов по применению удобрений в Советском Союзе, Англии, США, ГДР, Дании, Канады. Полученные результаты противоречивы: в одних случаях удобрения действовали положительно на урожайность сельскохозяйственных культур, а на других опытных станциях с дерново-подзолистыми почвами, таких, как Вобурнская, Пенсильванская, Долгопрудная, Соликамская, Люберецкое опытное поле, ТСХА и др., они снижали урожай последних, особенно аммиачные формы азотных удобрений, хлористого калия, при длительном систематическом их внесении. По данным исследований по известкованию кислых дерново-подзолистых почв в СССР, Англии, США (опытные станции как Огаё, опытные фермы в Тансполе, опытные поля НИУИФ, Менделеевское опытное поле), известь оказывает положительное влияние на урожай культур как без фона, так и на фоне удобрений. В зоне дерново-подзолистых почв было поставлено недостаточное количество многолетних опытов с систематическим применением минеральных удобрений и известкованием. На всех названных опытных станциях было изучено только влияние минеральных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур и мало обращено внимания на изменение в свойствах почв, а сведений по изучению влияния удобрений на качество растительной продукции почти не было.

На кислых дерново-подзолистых почвах известкование является одним из важнейших приемов их окультуривания. На этих известкованных почвах широко применяют различные минеральные удобрения. Поэтому изучение действия их на известкованных фонах имеет важное практическое значение. В связи с этим нами изучались:

- 1) изменение эффективности минеральных удобрений при их длительном применении на кислых дерново-подзолистых почвах;
- 2) изменение свойства этих почв под влиянием длительного применения удобрений;
- 3) изменение качества растительной продукции при длительном применении минеральных удобрений;
- 4) действие извести на эффективность минеральных удобрений при их систематическом применении.

Данные вопросы в 1964 и 1965 гг. изучались на кислой суглинистой дерново-сильноподзолистой почве с признаками поверхностного заболачивания, на которой был заложен многолетний опыт

Центральная научная
Библиотека
Академии наук Киргизской ССР

285219.

по инициативе академика Н. С. Авдонина в 1950 г. на Агробиологической опытной станции в Чашникове, Химкинского района, Московской области.

Агрохимические показатели опытного поля при закладке опыта следующие: РН солевой вытяжки 4,4; гидролитическая кислотность 4,7 мл-экв на 100 г почвы; обменная кислотность 0,4 мл-экв на 100 г почвы, подвижного марганца 2,2 мг на 100 г почвы и подвижного алюминия 3,9 мг на 100 г почвы.

В 1955 г. третья часть опытного поля была произвесткована по полной гидролитической кислотности (5 мл-экв на 100 г почвы).

Кроме того, в Москве был заложен вегетационный опыт. Почва для вегетационного опыта бралась с делянок с почвами — кислой и известкованной. Культуры отличались по своим биологическим особенностям (вика, яровая пшеница — лютеценс-62, ячмень — московский 121, овес — Немчиновский).

Анализы почв и растений в полевых опытах проведены следующими методами: обменная кислотность и подвижный алюминий по Соколову, Гидролитическая кислотность и сумма поглощенных оснований — по Каппену, усвояемый фосфор — по Чирикову, легко гидролизуемый азот — по Тюрину и Кононовой, обменный марганец вытесняли раствором азотнокислого калия и определяли колориметрически; анализы растений — витамин С и провитамин А (каротин) — по Мурри, углеводы — по Бертрану, азот — по Кьёльдалю, фосфор по Дениже и калий на пламенном фотометре.

Работа выполнена под руководством академика Н. С. Авдонина.

1. Эффективность минеральных удобрений в условиях длительного применения на кислых суглинистых дерново-подзолистых почвах

Минеральные удобрения в первые три года их применения были эффективны. Урожай картофеля и овса в первый год внесения полного удобрения (NPK) увеличился более чем в два раза. Высокие прибавки урожая получены и на второй и третий год внесения. Первое место по эффективности заняли азотные удобрения, второе место по эффективности заняли фосфорные удобрения и последнее место — калийные удобрения, т. е. получен такой порядок минимумов, который обычно наблюдается при однократном внесении удобрений на дерново-подзолистых почвах. Однако при длительном применении их эффективность сильно изменилась. Вначале азотные и калийные удобрения резко повышали урожай, затем эффективность их понизилась, а по истечении нескольких лет они начали действовать отрицательно на кислых почвах. При этом резко изменился порядок минимумов. Если в первое время на первом месте по эффективности были азотные удобрения, то при длительном применении первое место по эффективности заняли фосфорные удобрения. Объясняется это тем, что фосфорные удобрения не ухудшают свойства кислых почв и за-

щищают растения от вредного действия излишней кислотности, подвижных форм алюминия и марганца.

После 15 лет внесения аммиачных форм азотных удобрений на одном месте урожай зерна ячменя снизился на 3,30 ц/га, урожай вико-овсяной смеси — на 4,94 ц/га по сравнению с делянками, где азотные удобрения не вносились (табл. 1). Внесение хло-

Таблица 1
Влияние систематического применения удобрений и извести на урожай культурных растений

Схема опыта	Полевые опыты							
	Ячмень 1964 г.				Вико-овсяная смесь 1965 г.			
	зерно в ц/га				сухая масса в ц/га			
	урожай		прибавка		урожай		прибавка	
без извести	по извести	без извести	по извести	без извести	по извести	без извести	по извести	
Без удобрения	7,0	15,21	—	—	20,5	41,1	—	—
N	3,7	18,66	-3,3	+3,45	15,6	47,0	-4,9	+ 5,9
K	7,4	17,39	+0,4	+2,18	18,1	42,8	-2,4	+ 1,7
P	7,43	16,92	+0,43	+1,71	14,6	48,2	-5,9	+ 7,1
NK	1,25	17,43	-5,75	+2,22	18,4	52,9	-2,1	+11,8
PK	7,62	19,89	+0,62	+4,68	18,9	43,2	-1,60	+ 2,1
NP	6,23	22,49	-0,77	+7,28	23,3	51,4	+2,8	+10,3
NPK	9,84	22,27	+2,84	+7,06	31,3	56,8	+10,8	+15,7

* На этих вариантах были внесены НК-удобрения в течение 11 лет, до 1961 года.

ристого калия дало незначительную прибавку (0,4 ц/га) зерна ячменя и понизило урожай вико-овсяной смеси на 2,4 ц/га. Совместное применение азотно-калийных удобрений снизило урожай зерна ячменя на 5,75 ц, а урожай вико-овсяной смеси — на 2,10 ц/га. Вика и ячмень более чувствительны к неблагоприятным свойствам почвы, чем овес. Применяемая доза фосфора (60 кг/га) на фоне азотно-калийных удобрений ослабляет их отрицательное действие.

Внесение суперфосфата на фоне азотно-калийных удобрений повышало урожай зерна ячменя на 8,59 ц/га, вико-овсяной смеси — на 12,9 ц/га.

Известь на 9—10 год ее действия устраняет отрицательное действие физиологически кислых азотно-калийных удобрений. Они на известкованном фоне дали следующую прибавку по сравнению с внесением их на кислой почве:

	ячменя	вико-овсяной смеси
азотные удобрения	14,96 ц/га	31,40 ц/га
калийные »	10,0 »	24,70 »
азотно-калийные »	16,18 »	34,50 »

Таблица 2
Влияние систематического применения удобрений и извести на урожай культурных растений
Вегетационные опыты

Варианты опыта	Яровая пшеница											
	1964 г.						1965 г.					
	зерно в г/сосуд			прибавка			урожай			прибавка		
	без из-вести	по из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести	по из-вести
Без удобрения	5,10	5,40	—	6,30	6,15	—	5,00	4,10	—	5,55	4,10	—
NK	0,15	15,45	-4,95	0,23	14,40	-6,07	6,20	17,90	+1,2	17,90	17,90	+13,8
NP	10,65	13,80	+5,55	9,30	13,65	+3,0	19,00	18,3	+14,0	19,00	18,3	+14,2
NPk	12,00	16,65	+6,90	12,75	14,25	+6,45	21,90	22,3	+16,9	21,90	22,3	+18,2

Положительное действие азотно-калийных удобрений больше проявляется при внесении их совместно с фосфорными удобрениями на фоне извести (табл. 1). Результаты вегетационных опытов подтвердили данные полевых. Они показали, что систематическое применение азотно-калийных удобрений понижает урожай зерновых культур, а внесение фосфорных, особенно на фоне азотно-калийных, ослабляет это отрицательное действие.

Такое действие удобрений проявляется больше с культурами с повышенной чувствительностью к избыточному количеству алюминия и марганца (яровая пшеница). Известь повысила эффективность азотно-калийных удобрений. Положительное действие сильнее проявлялось на сельскохозяйственных культурах с повышенной чувствительностью к кислой реакции среды (табл. 2). Вегетационные опыты также показали, что действие минеральных удобрений и извести проявляется не только на урожае зерновых культур, но на его структуре (количество колосьев, колосков, зерен в одном колосе), на росте и развитии растений.

2. Изменение агрохимических свойств кислых дерново-сильно-подзолистых почв под влиянием систематического внесения удобрений

Длительное применение аммиачных форм азотных удобрений резко подкисляло

почвенный раствор и повышалось в нем количество подвижных форм алюминия и марганца (табл. 3). Гидролитическая кислотность увеличивалась с 5,93 до 6,74, обменная с 0,946 до 1,213 м-экв/100 г почвы, а содержание подвижного алюминия и марганца поднялось: (Al с 9,75 до 13,3, Mn с 2,00 до 5,60 мг/100 г). Хлористый калий увеличивал кислотность почвы, особенно обменную, гидролитическую и содержание подвижного алюминия и марганца. Однако отрицательное действие хлористого калия проявляется слабее, чем при внесении азотных удобрений. При совместном внесении азотно-калийных удобрений кислотность почвы и содержание в ней алюминия и марганца повышается больше, чем при их раздельном внесении. Фосфорные удобрения, особенно на фоне азотно-калийных удобрений, ослабляют, но не устраняют излишнюю кислотность, заметно снижают содержание подвижных форм алюминия и марганца. Обогащая почвенный поглощающий комплекс водородными ионами, аммиачно-азотные удобрения обедняют его основаниями. Так, сумма поглощенных оснований понизилась с 3,40 до 2,94 м-экв/100 г почвы (табл. 3). Хлористый калий

Таблица 3
Влияние систематического внесения удобрений и извести на кислотность дерново-сильно-подзолистых почв и содержание в ней подвижных форм алюминия и марганца

Схема опыта	Кислотность						Сумма поглощенных оснований на 100 г почвы						Степень насыщенности, %	
	актуальная (рН)		гидролитическая, м-эка на 100 г почвы		обменная, м-эка на 100 г почвы		Алюминий, мг на 100 г почвы		Марганец, мг на 100 г почвы		Мг		%	
	без из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести
Без удобрения	4,4	5,4	3,59	0,946	0,111	9,75	0,55	2,00	1,44	3,40	5,55	35,6	60,7	
N	4,2	4,8	3,96	1,213	0,237	13,58	1,10	5,60	1,50	2,94	5,45	31,1	58,0	
K	4,4	5,4	3,69	1,207	0,098	11,79	0,90	3,60	1,75	3,34	5,45	31,1	61,1	
P	4,3	5,0	3,64	1,046	0,109	12,90	0,86	3,60	1,25	3,32	5,92	35,0	61,9	
NK	4,3	4,8	3,91	1,573	0,225	16,18	2,00	7,60	1,75	2,66	5,58	27,4	58,8	
PK	4,3	4,9	3,81	1,167	0,155	11,15	1,07	4,60	2,75	3,43	5,83	35,0	60,4	
NP	4,2	4,8	4,07	1,436	0,235	13,59	1,45	6,60	2,75	3,10	5,73	29,9	58,5	
NPk	4,3	4,8	3,72	1,326	0,179	13,40	1,37	6,60	1,22	3,79	5,58	36,7	60,0	

Влияние длительного применения минеральных удобрений и извести на содержание кальция, магния, гидролизуемого азота и подвижного фосфора, калия и молибдена

Схема опыта	Кальций, м.г-экв на 100 г/почвы		Магний, м.г-экв на 100 г/почвы		Гидролизуемый азот, мг на 100 г/почвы		Р ₂ O ₅ , мг на 100 г/почвы		К ₂ O, мг на 100 г/почвы		Молибден, мг на 100 г/почвы	
	без из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести	без из-вести	по из-вести
Без удобрений	3,3	5,3	2,1	2,6	6,16	7,28	6,45	8,61	8,60	9,94	0,267	0,374
N	2,8	5,3	1,3	2,8	5,60	7,56	4,56	7,46	6,10	9,42	0,250	0,321
K	2,9	5,6	1,2	3,0	5,60	5,60	6,46	10,24	10,75	11,81	0,267	—
P	—	—	—	—	—	—	6,90	12,48	8,69	9,14	—	—
NK	2,7	5,4	1,2	2,1	5,04	5,88	5,80	9,38	9,02	10,50	—	—
PK	—	—	—	—	—	—	7,11	12,29	9,42	11,34	0,214	0,321
NP	—	—	—	—	—	—	7,38	12,78	7,48	7,90	—	—
NPK	3,8	5,3	1,0	2,3	6,72	7,28	8,54	12,85	8,69	10,98	0,267	0,321

слабо действовал и при совместном внесении его с азотными удобрениями. Суммы поглощенных оснований резко уменьшаются (3,34—2,66 м-экв). Фосфор в особенности при его внесении на фоне азотно-калийных удобрений повысил содержание поглощенных оснований в почве. Аммиачные формы азотных удобрений и азотно-калийные удобрения понзили содержание усвояемых форм фосфора (уксуснокислая вытяжка). Калийные удобрения не оказали влияния на содержание его, а фосфорные повысили (табл. 4). Отрицательное действие аммиачных форм азотных удобрений проявлялось на содержание подвижного калия. Калийные удобрения увеличивают содержание подвижного калия в почве.

При внесении аммиачных форм азотных удобрений и азотно-калийных содержание гидролизуемого азота и подвижного молибдена также уменьшилось. Одностороннее применение калийных удобрений не оказало существенного влияния на содержание молибдена. Известкование понзило содержание подвижных форм алюминия и марганца до такого уровня, что он был не вреден для растений. Известь понзила обменную кислотность более чем в 7 раз и гидролитическую в полтора раза. Это действие известки особенно благоприятно проявляется на фо-

не аммиачно-азотных и азотно-калийных удобрений. Однако известь не смогла полностью устранить излишнюю кислотность. Известь также обогащает почву поглощенными основаниями, поэтому степень насыщенности последними повышалась больше чем в полтора раза. Известь на девятый год ее внесения положительно действует на мобилизацию фосфорной кислоты в почве. Она повысила содержание усвояемого фосфора в полтора раза по всем вариантам опыта. Известь также повысила содержание гидролизуемого азота и молибдена (табл. 4).

3. Влияние систематического внесения минеральных удобрений и свойств почв на качество растительной продукции

Изменение почвенных условий под влиянием систематического применения удобрений оказывает существенное влияние на биохимические процессы, протекающие в растениях. Внесение аммиачных форм удобрений и азотно-калийных удобрений привело к уменьшению суммы сахаров в зерне ячменя, большую часть которых составляли редуцирующие сахара, что связано с меньшей тратой моносахаров на син-

Влияние длительного применения удобрений и извести на содержание растворимых сахаров в зерне ячменя

Полевой опыт 1964 г.

Схема опыта	Растворимые сахара в % на сухое вещество														
	без извести						по извести								
	моносахариды		дисахариды		суммы сахаров		моносахариды		дисахариды		суммы сахаров				
суммы сахаров	%	% от суммы	%	% от суммы	%	% от суммы	%	% от суммы	%	% от суммы	%	% от суммы			
Без удобрений	2,25	0,25	11,1	2,00	88,9	3,06	0,67	21,9	2,49	78,1	15,8	46,5	100	100	294,3
N	2,00	6,33	16,5	1,67	83,5	2,77	0,63	22,7	2,14	77,3	7,4	51,7	53,1	111,2	698,6
K	2,52	0,36	14,3	2,16	85,7	3,22	0,78	24,2	2,44	75,8	18,6	56,0	117,7	120,4	301,1
P	2,50	0,28	11,2	2,22	88,8	2,66	0,58	21,8	2,08	78,2	18,6	45,0	117,5	96,8	241,9
NK	1,90	0,30	15,8	1,60	84,2	3,00	0,63	21,0	2,37	79,0	2,4	52,3	15,8	127,5	2179,1
PK	2,50	0,28	11,2	2,22	88,8	3,40	0,89	26,2	2,51	73,8	14,1	67,6	120,9	145,2	479,4
NP	2,26	0,23	10,2	2,03	89,8	2,80	0,68	24,3	2,12	75,7	11,8	63,0	71,7	135,5	533,9
NPK	2,52	0,25	10,0	2,27	90,0	3,17	0,77	24,3	2,40	75,7	24,8	70,6	157,0	151,8	284,7

Влияние длительного применения удобрений и извести на содержание азота в зерне ячменя (в % на сухое вещество)

Схема опыта	Без извести						По извести								
	общий азот		белковый азот		небелковый азот		общий азот		белковый азот		небелковый азот				
	%	% от общего	%	% от общего	%	% от общего	%	% от общего	%	% от общего	%	% от общего			
Без удобрений	2,03	92,6	1,88	0,15	7,4	2,13	1,99	93,4	0,14	6,6	2,79	2,55	91,4	0,24	8,6
N	2,37	85,2	2,02	0,35	14,8	2,73	2,55	93,4	0,18	6,6	2,79	2,55	91,4	0,24	8,6
K	2,03	83,3	1,69	0,34	16,7	1,89	1,80	95,2	0,09	4,8	2,79	2,55	91,4	0,24	8,6
P	2,00	87,5	1,75	0,25	12,5	1,93	1,80	93,3	0,13	6,7	2,79	2,55	91,4	0,24	8,6
NK	2,37	92,4	2,19	0,18	7,6	2,65	2,48	93,6	0,17	6,4	2,79	2,55	91,4	0,24	8,6
PK	2,18	80,2	1,75	0,43	19,8	1,93	1,80	93,3	0,13	6,7	2,79	2,55	91,4	0,24	8,6
NP	2,65	92,1	2,44	0,21	7,9	2,65	2,58	97,4	0,07	2,6	2,79	2,55	91,4	0,24	8,6
NPK	2,58	86,8	2,24	0,34	13,2	2,79	2,55	91,4	0,24	8,6	2,79	2,55	91,4	0,24	8,6

тез более сложных соединений. Это подтверждается уменьшением процента белкового азота от общего (табл. 5, 6).

Фосфорные удобрения особенно на фоне азотных и азотно-калийных улучшали углеводно-белковый обмен, увеличивали сумму сахаров за счет более интенсивного превращения моносахаридов в дисахариды и в более сложные органические соединения как белки. Калийные удобрения повышали сумму сахаров за счет накопления моносахаридов.

При известковании кислых почв углеводно-белковый обмен протекал нормально, особенно на фоне азотно-калийных и фосфорных удобрений. Уменьшение количества суммы сахаров и моносахаридов происходило за счет их превращения в другие органические соединения, о чем свидетельствуют данные азотно-белкового обмена (известь повышала содержание белкового азота и уменьшала процент небелкового по всем вариантам опыта) (табл. 6). Углеводно-азотный обмен для вики и овса протекал иначе. Нарушение углеводно-белкового обмена для вики происходило за счет повышения суммы сахаров и дисахаридов и задержки превращения их в другие соединения: уменьшалось содержание белкового и повышалось содержание небелкового азота. Внесение фосфорных удобрений на

фоне азотно-калийных улучшало углеводно-белковый обмен в листьях вики, повышалось содержание суммы сахаров и уменьшалось содержание дисахаридов за счет их превращения в другие соединения, что подтверждается данными азотного обмена (большое содержание белкового азота и меньше небелкового) (табл. 7).

Известь понижала сумму сахаров и уменьшала дисахариды в листьях вики вследствие превращения их в другие соединения, такие, как белки. Азотно-калийные удобрения нарушали углеводно-белковый обмен в листьях овса, а фосфорные — улучшали. Аммиачные формы азотных удобрений и азотно-калийных удобрений повысили содержание белка, но они понижали их выход с урожаем. Так, азотные удобрения в сравнении с контролем понизили выход белка в урожае ячменя на 43%, азотно-калийные удобрения — на 79%, в то время как фосфорные удобрения на фоне азотно-калийных повысили выход белка на 79% (табл. 8). Известь не только повысила процентное содержание белка по всем вариантам, но значительно увеличивала выход его с одного гектара. Особенно большая прибавка белка получена на фоне азотного и азотно-калийного удобрения. Так, если одна известь повысила выход белка в два раза по сравнению с контролем, то на фоне азотных удобрений она повысила в 6 раз, а на фоне азотно-калийных — в 15 раз (табл. 8).

Азотные и азотно-калийные удобрения понижали содержание крахмала, а фосфорные повышали как процент, так и выход его с урожаем (табл. 9). Так, азотные удобрения понижали выход крахмала по сравнению с контролем на 56%, азотно-калийные — на 85%, а фосфорные на фоне азотно-калийных удобрений повысили выход крахмала на 33%. Известкование повысило содержание крахмала по всем вариантам опыта, кроме контроля. Известь повысила выход крахмала в два раза по сравнению с контролем на кислой почве на фоне азотных удобрений в 5 раз, а на фоне азотно-калийных — в 15 раз (табл. 9). Азотно-калийные удобрения уменьшили содержание белка в листьях вики и овса, а в стеблях овса увеличили содержание его. Фосфорные удобрения на фоне азотно-калийных повысили содержание белка в листьях овса (табл. 10). Азотно-калийные удобрения понизили выход белка с урожаем (в % от контроля), овса на 9,1, а фосфорные удобрения на фоне азотно-калийных повысили выход белка почти в два раза по сравнению с контролем. Известкование повысило содержание белка в растениях вики и овса, оно повысило его в листьях вики больше, чем у овса. При этом выход белка с урожаем вики без фона удобрения повысился в 11 раз, а на фоне NPK-удобрений в 4 раза по сравнению с выходом на известкованной почве.

Известкование также увеличивало удельный вес бобовой культуры в составе смеси. Так, если процент вики в составе смеси на известкованной почве составлял 44,2—58,7%, то на кислой почве он составлял 8,2—24,6%. Азотно-калийные удобрения резко

Таблица 7
Влияние минеральных удобрений и извести на содержание азота в растениях вики и овса
Полевой опыт 1965 г.

Варианты опыта	Л и с т ь я																				
	содержание азота в % на сухое вещество					содержание азота в % на сухое вещество															
	без извести		по извести			без извести		по извести													
	общий азот	белковый %	белковый %	небелковый %	белковый %	белковый %	небелковый %	белковый %	белковый %	небелковый %											
О в е с	Без удобрений	1,69	1,47	87,0	0,22	13,0	2,05	1,49	72,7	0,56	27,3	0,85	0,60	70,5	0,25	29,5	0,80	0,56	70,0	0,24	30,0
	NK	1,96	1,22	62,2	0,74	37,8	2,15	1,58	73,8	0,57	26,2	1,30	0,91	70,0	0,39	30,0	0,85	0,57	67,1	0,28	32,9
	NPK	2,54	2,13	83,9	0,41	16,1	2,54	2,01	79,1	0,53	20,9	1,18	0,80	67,8	0,38	32,2	0,95	0,68	71,6	0,27	28,4
В и к а	Без удобрений	3,79	3,08	81,3	0,71	18,7	4,90	3,51	71,6	1,39	28,4	1,70	1,15	67,6	0,55	32,4	2,22	1,55	69,8	0,67	30,2
	NK	4,15	3,00	72,2	1,15	27,8	5,21	3,76	72,2	1,45	27,8	—	—	—	—	—	2,00	1,24	62,0	0,76	38,0
	NPK	3,85	2,89	75,1	1,06	24,9	4,80	3,44	71,7	1,36	28,3	1,75	1,17	66,9	0,50	43,1	2,05	1,25	61,0	0,80	39,0

Таблица 8

Влияние минеральных удобрений и извести на содержание и выход белка в зерне ячменя

Схема опыта	Белок		Содержание белка в урожае				
	без извести	по извести	кг/га		в % от контроля		по извести в % от содержания без извести
			без извести	по извести	без извести	по извести	
Без удобрений	10,55	11,19	73,8	170,2	100	100	230
N	11,36	14,37	42,0	268,1	57	157	638
K	9,46	10,01	70,0	174,1	95	102	249
P	9,77	10,01	72,6	169,4	98	99	233
NK	12,32	13,89	15,4	242,1	21	142	1570
PK	9,77	10,07	74,4	200,3	101	118	269
NP	13,73	14,52	85,5	326,6	116	192	382
NPK	12,63	14,37	132,2	311,0	179	183	235

Таблица 9

Влияние минеральных удобрений и извести на содержание и выход крахмала в зерне ячменя

Схема опыта	Процент крахмала		Содержание в урожае крахмала				
	без извести	по извести	кг/га		в % от контроля		по извести в % от содержания без извести
			без извести	по извести	без извести	по извести	
Без удобрений	44,7	42,5	313,2	646,4	100	100	206
N	37,4	39,6	138,4	738,0	44	114	533
K	42,5	45,9	314,3	797,3	101	123	254
P	45,4	46,8	337,4	791,0	108	122	234
NK	38,6	41,6	48,2	724,6	15	112	1503
PK	43,1	44,5	328,1	885,5	105	137	270
NP	38,6	39,8	240,3	895,8	78	139	373
NPK	39,3	44,3	416,0	959,5	133	148	230

понижили поступление фосфора в растения вики и не оказали существенного влияния на его поступление в растения овса в фазе цветения. Это связано с разными биологическими особенностями вики и овса. Фосфорные удобрения на фоне азотно-калийных повысили содержание фосфора как в овсе, так и в вике (табл. 11). Известкование повысило содержание фосфора в растениях почти в 1,5—2 раза. Это наблюдается особенно на фоне с азотно-калийными удобрениями. NPK-удобрения повысило содержание калия в растениях вики и овса, что связано с наличием калия в его составе. Известкование хотя несколько уменьшает содержание калия в растениях, однако это не является препятствием для получения полноценного корма и при выращивании вико-овсяной смеси на известкованной почве без удобрений (табл. 11).

Таблица 10

Влияние минеральных удобрений и извести на содержание и выход белка в растениях вики и овса

Варианты опыта	Белок в %				Белок в %		Содержание белка в урожае			
	листья		стебли		листья+стебли		кг/га		по извести % от содержания извести	
	без извести	по извести	без извести	по извести	без извести	по извести	без извести	по извести		
О В Е С										
Без удобрения	9,2	9,0	3,7	3,5	12,9	12,5	22,7	20,4	90,0	
NK	7,6	9,9	5,7	3,6	13,3	13,5	20,8	23,7	114,0	
NPK	13,3	12,5	5,0	4,2	18,3	16,7	43,7	40,6	93,0	
В И К А										
Без удобрения	19,2	21,9	7,2	9,7	26,4	31,6	6,1	66,9	1100,0	
NK	18,7	23,5	—	7,7	—	31,2	—	92,0	—	
NPK	18,1	21,5	7,3	7,8	25,4	29,3	18,3	80,8	441,5	

Таблица 11

Влияние извести и систематического применения минеральных удобрений на содержание фосфора и калия в растениях вики и овса (в % на сухое вещество)

Схема опыта	Листья				Стебли			
	без извести		по извести		без извести		по извести	
	фосфор	калий	фосфор	калий	фосфор	калий	фосфор	калий
О В Е С								
Без удобрения	0,54	4,40	0,98	3,60	0,42	3,00	0,56	2,50
NK	0,60	5,70	0,87	4,90	0,40	5,33	0,59	3,50
NPK	0,74	6,90	1,05	5,0	0,57	4,70	0,69	3,80
В И К А								
Без удобрения	0,72	3,31	0,94	2,60	0,40	3,60	0,46	2,20
NK	0,51	3,75	0,93	3,37	—	—	0,47	4,80
NPK	0,81	3,60	0,95	3,13	0,51	5,00	0,61	4,80

Большое влияние на вынос питательных веществ оказывает длительное применение минеральных удобрений и извести. Внесение азотных и азотно-калийных удобрений не повысило, а резко снизило вынос с урожаем ячменя азота, фосфора и калия (табл. 12).

После пятнадцати лет внесения азотно-калийного удобрения растения взяли с урожаем питательных веществ меньше, чем без внесения удобрений. Фосфорные удобрения в отличие от азотно-калийных резко повышают вынос азота, фосфора и калия. Так, фосфор при внесении на фоне азота и калия повысил вынос азота по сравнению с вариантом без удобрений в два раза, а по сравнению с азотно-калийным фоном почти в 10 раз. Аналогичное влияние фосфорные удобрения оказали и на вынос фосфора и калия. Известкование повышало вынос азота, фосфора и калия в 2,2 раза на контроле, а на фоне калийных, полных минеральных удобрений повысило в 2—3 раза. При внесении азотных удобрений на фоне извести вынос азота, фосфора, калия с урожаем ячменя повысился в 4,6—5,6 раза, а при внесении азотно-калийных вынос повысился в 14,5—16,0 раз.

Наши исследования по изучению влияния удобрений на содержание каротина показали, что внесение NPK-удобрений понижало

Таблица 12

Влияние извести и длительного применения минеральных удобрений на вынос с урожаем ячменя, азота, фосфора и калия.

Схема опыта	АЗОТ			ФОСФОР			КАЛИЙ		
	кг/га		по извести в % от выноса без извести	кг/га		по извести в % от выноса без извести	кг/га		по извести в % от выноса без извести
	без извести	по извести		без извести	по извести		без извести	по извести	
Без удобрения	16,11	36,89	229	6,71	14,72	219	7,64	17,34	227
N	10,00	56,72	561	6,68	18,17	293	4,70	21,81	464
K	16,69	38,49	230	6,96	17,23	247	7,40	20,79	294
NK	3,35	53,05	1583	1,21	17,56	1451	1,46	23,91	1596
NPK	30,88	70,12	227	10,45	22,29	213	13,50	31,87	236

содержание каротина в листьях и стеблях вики и овса. Известкование не только повысило содержание в этих растениях каротина, но и его выход с урожаем смеси. Так, оно повысило выход каротина на фоне NPK в 2 раза (1,50—3,00 кг/га) с урожаем овса и в 4 раза (1,17—4,60 кг/га) с урожаем вики (табл. 13).

ВЫВОДЫ

1. На кислых дерново-подзолистых почвах аммиачные формы азотных удобрений и хлориды калий понижают урожай сельско-

Таблица 13

Влияние извести и минеральных удобрений на содержание каротина в растениях (в мг % на сырое вещество, зеленая масса в период уборки)

Растения	Органы растений	По извести		Без извести	
		без удобрений	азот, фосфор и калий	без удобрений	азот, фосфор и калий
Овес	Листья	5,07	10,24	6,50	6,60
	Стебли	1,06	1,06	0,08	0,07
Вика	Листья	11,12	12,00	6,98	5,06
	Стебли	1,98	0,43	1,98	0,66
Выход каротина с гектара в кг					
Овес		1,46	3,00	0,69	1,50
Вика		1,81	4,60	1,65	1,17

хозяйственных культур при внесении их в течение нескольких лет (15 лет в нашем опыте), а фосфорные удобрения оказывают положительное влияние на урожай.

2. Проявление отрицательного действия азотных и калийных удобрений в наших опытах сопровождалось резким ухудшением свойств почв — повышением кислотности почв (актуальной, гидролитической, обменной), повышением содержания подвижных форм алюминия и марганца, уменьшением количества поглощенных оснований, обеднением почв гидролизуемым азотом, фосфором и молибденом. Однако при внесении хлористого калия эти изменения в свойствах почв выражены слабее, чем при внесении аммиачных форм азотных и азотно-калийных удобрений.

3. Фосфорные удобрения положительно действуют на свойства почвы. Однако при внесении их на фоне физиологически кислых форм азотных и азотно-калийных удобрений они не могут полностью устранять их отрицательное действие на свойства почв.

4. Азотные и азотно-калийные удобрения при длительном их применении не только понижали урожай сельскохозяйственных культур, но и ухудшали его качество. Они нарушали углеводно-белковый обмен в растениях — повышали содержание моносахаридов и уменьшали процент суммы сахаров в зерне ячменя, повышали процент небелкового азота и понижали процент белкового азота от общего, уменьшали поступление фосфора и калия.

5. Азотные и азотно-калийные удобрения не только понижали содержание белка, крахмала, каротина в урожае, но и выход их. Они понижали вынос азота, фосфора, калия с урожаем, вследствие чего коэффициент использования удобрений падает.

6. Фосфорные удобрения особенно при внесении их на фоне азотно-калийных удобрений улучшают углеводно-белковый обмен

в растениях, повышают содержание крахмала, белка, фосфора, калия и сбор их с гектара.

7. При известковании кислых дерново-подзолистых почв не проявляется никакого отрицательного действия азотно-калийных удобрений на растения. Известкование способствует повышению эффективности азотно-калийных удобрений.

8. Известь, внесенная по гидрологической кислотности (9—10 лет назад), положительно действует на свойства кислых дерново-подзолистых почв. Известкование понижало содержание избыточного количества подвижных форм алюминия и марганца, уменьшало кислотность почв, обогащало почву поглощенными основаниями, а также гидролизуемым азотом, фосфором и молибденом. Это действие извести проявлялось больше на фоне азотных и азотно-калийных удобрений.

9. Известкование кислых почв не только оказывает влияние на высоту урожая, но и на его качество. Оно улучшает обмен веществ в растениях, повышает содержание белка, крахмала, фосфора, каротина и также выход их с урожаем. Так, с урожаем зерна ячменя выход белка и крахмала под влиянием известкования увеличивается в 2—3 раза, на вариантах с длительным применением аммиачных форм азотных удобрений в 5—6 раз, а на вариантах с азотно-калийными удобрениями в 15 раз. Под влиянием извести с урожаем вики выход белка повысился в 11 раз. Выход каротина с урожаем овса повысился в 2 раза, вики — в 4 раза на фоне NPK-удобрений. Известкование повысило удельный вес бобового компонента в травосмеси.

10. Известкование повысило вынос азота, фосфора и калия с урожаем ячменя в 2 раза на неудобренном фоне, на фоне азотных удобрений — в 6 раз, а на фоне азотно-калийных — в 15 раз.

11. Нарушение обмена веществ выражается сильнее у культур с повышенной чувствительностью к неблагоприятным свойствам кислых дерново-подзолистых почв.

12. Для получения высокого урожая с хорошим качеством при систематическом применении физиологически кислых форм азотных и калийных удобрений в районах кислых дерново-подзолистых почв нужно применять их на фоне извести и на фоне фосфорных удобрений. Известкование является более быстрым эффективным методом проявления положительного действия физиологически кислых удобрений, чем фосфорные удобрения.

СПИСОК РАБОТ

Авдони Н. С., Арнс Н. П., Аль-Шамари Абдель Керим Халид. Влияние свойств дерново-подзолистых почв на эффективность минеральных удобрений и качество растительной продукции. «Агрохимия» (в печати).

285219

Центральная научная
БИБЛИОТЕКА
Академии наук Киргизской ССР

Сдано в набор 6/1 1967 г.

Л-41587

Зак. 6

Печ. л. 1,0

Подписано к печати 23/1 1967 г.

Тираж 200 экз.

Типография Изд-ва МГУ (филиал), Москва, проспект Маркса, 20