



СОДЕРЖАНИЕ

Победители конкурса фотографий «Признаки недостатка элементов питания у сельскохозяйственных культур» 2016 г.....1

Влияние применения удобрений и технологий на продуктивность озимой пшеницы в Центральном Предкавказье.....2

Фертигация томатов в условиях светло-каштановых почв Волго-Донского междуречья.....7

Итоги конкурса научных работ студентов и аспирантов-2016.....9

Последствие калийных удобрений на картофеле в Западной Сибири.....10

Победители конкурса фотографий «Признаки недостатка элементов питания у сельскохозяйственных культур» 2016 г. (продолжение).....14

Научно-практическая литература.....17

Международный Институт Питания Растений

Иванова С.Е., вице-президент программы по Восточной Европе и Центральной Азии
e-mail: sivanova@ipni.net

Носов В.В., директор программы на Юге и Востоке России
e-mail: vnosov@ipni.net

Бесплатная подписка: ipni-eeeca@ipni.net

125466 Россия, Москва,
ул. Ландышевая, д. 12, пом. 17а
тел./факс: +7 (495) 580 64 14

сайт: <http://www.ipni.net>
<http://eeeca-ru.ipni.net>

e-mail: ipni-eeeca@ipni.net

Перепечатка и любое воспроизведение материалов, опубликованных в Вестнике, возможны только с письменного разрешения Международного института питания растений
© Международный институт питания растений 2014



125466 Москва ул.Ландышевая, д.12, пом.17 а

<http://www.ipni.net>

<http://eeeca-ru.ipni.net>

© Международный институт питания растений 2017

Crop Nutrient Deficiency Photo Contest — 2016

Победители фотоконкурса «Дефицит элементов питания у сельскохозяйственных культур» – 2016



Лучшая фотография 2016 г.: Недостаток фосфора у нута

Д-р С. Суббиах, Аграрный университет штата Тамилнад, г. Коимбатур, Индия.

Недостаток фосфора в фазу цветения на глинистой почве – вертисоли (г. Коимбатур). Подтверждается характерной фиолетовой окраской нижних листьев. Фиолетовое окрашивание сначала появилось на самом нижнем листе (верхушка) и прогрессировало вдоль его краев. При сильном дефиците фосфора стебли также становились красно-фиолетовыми. Заметно угнетался рост растений, результатом чего в конечном итоге стала низкая урожайность. Рост корней был также сильно ослаблен. Растения не получали фосфор после посева. На данном поле длительное время бесценно выращивали кукурузу. Почвенные показатели: $pH_{H_2O} = 8.3$, содержание подвижного Р (метод Олсена) – очень низкое (< 1.2 мг Р/кг). Содержание Р в надземной биомассе было низким – 0.14% (Р).

Влияние применения удобрений и технологий на продуктивность озимой пшеницы в Центральном Предкавказье

Есаулко А.Н., Ожередова А.Ю., Сигида М.С. и Матвеев А.Г.

В трехлетних полевых опытах показано преимущество использования технологии No-Till при выращивании озимой пшеницы в засушливой зоне Ставропольского края по сравнению с традиционной обработкой почвы. Однако в зоне неустойчивого увлажнения традиционная технология способствовала получению более высокой продуктивности.

На долю России приходится 10% всех пахотных земель мира (Голосной, 2008). Большая часть площадей используется под пшеницу (2012-2016 гг.): 11.8-14.0 млн га – под озимую и 12.7-13.7 млн га – под яровую (РОССТАТ, 2017). Общий валовой сбор пшеницы за тот же период колебался от 37.7 до 73.3 млн т при урожайности 2.2-3.7 и 0.9-1.5 т/га соответственно озимой и яровой пшеницы.

Многочисленные исследования и практика сельскохозяйственного производства культур показали, что с помощью удобрений можно добиться наиболее быстрого и эффективного изменения химического состава растения, а также повышения качества и урожайности получаемой продукции (Саленко, 2015). Особое значение в наше время приобретает проблема оптимизации и регулирования показателей плодородия почв (Сычев и др., 2000).

Качественная обработка почвы – важное условие возделывания озимых культур. При этом выбор ее способа зависит от рельефа местности, предшественников, типа и степени засоренности. Основные современные требования подразумевают, что обработка почвы должна быть ресурсосберегающей, почвозащитной, а также должна способствовать сохранению влаги, выравниванию поверхности и уничтожению сорняков (Фурсова и Есаулко, 2015).

В связи с этим были проведены полевые опыты в Центральном Предкавказье – на выщелоченном черноземе на Учебно-опытной станции Ставропольского ГАУ и на южном черноземе в ООО «Добровольное» Ипатовского района Ставропольского края. Цель исследований – изучить влияние применения удобрений и технологий возделывания на

Таблица 1. Влияние технологий возделывания и удобрений на содержание доступных элементов питания в почвах (мг/кг почвы) в среднем за 2013-2015 гг.

Удобрение	Слой почвы, см	N-NO ₃		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		Традиционная	Прямой посев	Традиционная	Прямой посев	Традиционная	Прямой посев
Чернозем выщелоченный (Учебно-опытная станция Ставропольского ГАУ)							
Без удобрений	0-10	6.5	6.0	13.1	12.1	218	215
	10-20	6.4	6.8	12.2	10.6	213	210
	20-30	5.9	6.5	9.7	9.0	204	211
Рекомендованное N40P40	0-10	23.5	21.3	23.8	24.8	242	262
	10-20	21.9	14.7	21.1	15.2	228	239
	20-30	15.9	10.1	10.1	9.6	210	219
Расчетное N68P78	0-10	24.8	24.2	26.4	27.3	251	261
	10-20	22.8	16.9	22.5	16.4	237	233
	20-30	12.6	12.4	13.4	12.3	217	220
Чернозём южный (ООО «Добровольное»)							
Без удобрений	0-10	16.3	16.7	24.3	26.1	452	480
	10-20	15.1	22.4	20.6	16.2	428	409
	20-30	13.2	13.9	16.0	13.3	310	332
Рекомендованное N40P40	0-10	31.3	33.5	26.2	34.0	448	524
	10-20	30.0	39.2	28.1	21.7	444	420
	20-30	25.2	27.4	18.0	13.3	328	359
Расчетное N68P78	0-10	37.9	46.3	31.8	37.0	496	542
	10-20	36.8	39.8	33.5	24.1	484	461
	20-30	28.4	32.7	22.1	16.2	382	389

Примечание: содержание подвижных форм фосфора и калия определялось по методу Мачигина.

агрофизические и агрохимические показатели почвы, а также на продуктивность озимой пшеницы.

Опыты – двухфакторные (2 × 3), расположение делянок – двухъярусное, повторность – трехкратная, размещение вариантов – организованные повторения, общая площадь делянки – 750 м² (50 м × 15 м), учетная – 112.5 м². Учеты, наблюдения и анализы в опытах проводили в соответствии с общепринятыми методиками.

Сравнивались две технологии обработки почвы – традиционная (со вспашкой на глубину 20-22 см) и прямой посев. В качестве минеральных удобрений использовались аммофос (при посеве) и аммиачная селитра (подкормка). Изучались следующие варианты: без внесения удобрений, рекомендованные дозы для агроклиматической зоны и расчетные дозы. Расчет доз удобрений на планируемую урожайность озимой пшеницы 5.0 т/га проводился по методике В.В. Агеева (Агеев и др., 2011). Предшественник озимой пшеницы в опытах – горох.

На выщелоченном черноземе технологии возделывания озимой пшеницы и дозы вносимых минеральных удобрений оказали существенное влияние на содержание доступных форм элементов питания в почве и их распределение по почвенным горизонтам (табл. 1). Содержание нитратного азота перед посевом по изучаемым технологиям сильно не различалось – оно было низким и находилось в пределах 5.9-6.8 мг/кг почвы. Применяемые удобрения позволили повысить данный показатель в слое почвы 0-10 см до 21.3-23.5 и 24.2-24.8 мг/кг при внесении рекомендованных и расчетных доз соответственно.

Аналогичная ситуация сложилась и по содержанию подвижного фосфора в данной почве – без внесения удобрений его содержание в пахотном слое было на низком уровне – 12.1-13.1 P₂O₅ мг/кг почвы. Применение фосфорных удобрений улуч-

шило класс обеспеченности почвы до среднего – 23.8-24.8 и 26.4-27.3 P₂O₅ мг/кг почвы при внесении рекомендованных и расчетных доз фосфора соответственно.

Вносимые удобрения повысили также содержание подвижного калия в выщелоченном черноземе при использовании обеих технологий. При этом заметных различий между ними обнаружено не было.

Максимальные значения содержания нитратного азота в южном черноземе во все сроки наблюдения независимо от слоя почвы отмечаются при нулевой обработке (табл. 1). При этом отчетливо прослеживается определенная тенденция – разница между слоями почвы 0-10 и 10-20 см в накоплении нитратного азота была больше при прямом посеве и зависела от доз внесенных удобрений. При традиционной технологии возделывания разница в содержании нитратного азота в слоях 0-10 и 10-20 либо вовсе отсутствует, либо находится в пределах 1-2 мг/кг. Однако в слое 20-30 см ситуация меняется, и разница уже более значительна.

В целом, прямой посев обеспечил более высокое содержание нитратного азота в слое южного чернозема 0-30 см нежели при использовании традиционной технологии. При прямом посе без удобрений данный показатель увеличился на 2.8 мг/кг почвы, с внесением рекомендованных доз удобрений – на 4.6 мг/кг почвы, а расчетных – на 5.2 мг/кг почвы по сравнению с традиционной технологией. По-видимому, данные результаты связаны с лучшим сохранением влаги в почвах засушливой зоны при прямом посеве.

Вносимые удобрения по обеим технологиям обеспечили повышение содержания подвижных форм фосфора и калия в данной почве. Однако при прямом посеве произошло их заметное накопление в верхнем десятисантиметровом слое,

Таблица 2. Влияние технологий возделывания и удобрений на урожайность озимой пшеницы (т/га).

Технология	Удобрение	2013	2014	2015	Среднее	Прибавка	
						от технологии	от удобрений
Чернозем выщелоченный (Учебно-опытная станция Ставропольского ГАУ)							
Традиционная	Без удобрений	2.76	3.28	3.60	3.21	-	-
	Рекомендованное	3.40	3.82	4.66	3.96	-	0.75
	Расчетное	3.54	4.40	5.03	4.32	-	1.11
Прямой посев	Без удобрений	2.38	1.98	3.02	2.46	-0.75	-
	Рекомендованное	2.66	2.12	3.26	2.68	-1.28	0.22
	Расчетное	2.94	2.16	3.45	2.85	-1.47	0.39
НСР _{0.05}		0.16	0.18	0.20	0.17	-	-
Чернозем южный (ООО «Добровольное»)							
Традиционная	Без удобрений	2.03	2.20	2.61	2.28	-0.63	-
	Рекомендованное	2.54	2.76	2.64	2.65	-0.53	0.37
	Расчетное	2.79	2.80	3.79	3.13	-0.43	0.85
Прямой посев	Без удобрений	2.60	2.82	3.32	2.91	-	-
	Рекомендованное	2.98	3.18	3.38	3.18	-	0.27
	Расчетное	3.17	3.27	4.23	3.56	-	0.65
НСР _{0.05}			0.15	0.17	0.18	0.17	-

Таблица 3. Влияние технологий возделывания и удобрений на качество зерна озимой пшеницы (среднее за 2013-2015 гг.).

Технология	Удобрение	Белок	Клейковина	Качество клейковины	
		%		ИДК, ед.	Группа
Чернозем выщелоченный (Учебно-опытная станция Ставропольского ГАУ)					
Традиционная	Без удобрений	11.0	21.0	68	I
	Рекомендованное	16.2	30.2	76	II
	Расчетное	17.4	31.9	77	II
Прямой посев	Без удобрений	11.4	21.3	69	I
	Рекомендованное	16.6	30.7	78	II
	Расчетное	18.1	32.3	81	II
Чернозем южный (ООО «Добровольное»)					
Традиционная	Без удобрений	9.9	19.1	103	III
	Рекомендованное	10.5	20.2	100	III
	Расчетное	11.2	25.1	91	II
Прямой посев	Без удобрений	10.5	20.2	101	III
	Рекомендованное	11.5	25.0	99	II
	Расчетное	12.7	25.3	81	II

тогда как при использовании традиционной технологии эти элементы питания были более равномерно распределены в пахотном горизонте. По-видимому, дифференциация почвенного профиля по содержанию подвижных форм фосфора и калия при применении удобрений с прямым посевом проявляется в большей степени в более засушливых условиях.

В опыте на выщелоченном черноземе наибольшая урожайность озимой пшеницы получена при выращивании по традиционной технологии при достоверных различиях по сравнению с технологией прямого посева (табл. 2). В среднем за три года по традиционной технологии получено 3.83 т/га зерна, что на 1.17 т/га или на 44% больше, чем при прямом посеве. Внесение рекомендованных доз удобрений при использовании традиционной технологии обеспечило прирост урожайности по сравнению с контролем в среднем на 0.75 т/га (23%), а при прямом посеве – на 0.22 т/га (9%); при внесении расчетных доз удобрений прибавка

урожайности составила соответственно 1.11 т/га (35%) и 0.39 т/га (16%). Прирост урожайности за счет применения расчетных доз удобрений по отношению к рекомендованным при традиционной технологии составил 0.36 т/га (9%), а при прямом посеве – всего 0.17 т/га (6%).

Внесение минеральных удобрений под озимую пшеницу на черноземе выщелоченном более эффективно при традиционной технологии её возделывания. Плохие агрофизические свойства почв приводят к снижению урожайности при использовании технологии прямого посева, а также к существенному снижению эффективности использования вносимых минеральных удобрений, что происходит по той же причине – из-за чрезмерного уплотнения почв и ухудшения их пищевого и воздушного режима.

При возделывании озимой пшеницы по технологии прямого посева с внесением расчетных доз удобрений на выщелоченном черноземе урожайность ни в один год не достигла 5.0 т/га и даже не приблизилась к данному запланированному уровню. При использовании же традиционной технологии планируемая урожайность была получена один раз – в наиболее благоприятном по погодным условиям 2015 г. Кроме того, в 2014 г. продуктивность приблизилась к запланированному уровню. Таким образом, в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья наибольшую урожайность зерна озимой пшеницы обеспечивает её возделывание по традиционной технологии с внесением расчетной дозы минеральных удобрений – 4.32 т/га в среднем за 3 года.

В опытах на южном черноземе наибольшая урожайность озимой пшеницы получена при выращивании по технологии прямого посева (табл. 2). В среднем за три года по этой технологии получено 3.22 т/га зерна, что на 0.53 т/га или на 20% больше, чем при использовании традиционной технологии. Снижение урожайности при возделывании озимой



Опытные делянки озимой пшеницы 14.05.2015 г.
(А.Ю. Ожередова).

пшеницы по традиционной технологии статистически доказуемо во все годы исследований; различия достоверны и для средних величин за 3 года исследований.

Следует отметить, что при прямом посеве с внесением расчётных доз удобрений урожайность озимой пшеницы один раз (в 2015 г.) приблизилась к запланированному уровню продуктивности 5.0 т/га. При возделывании по традиционной технологии с внесением расчётных доз удобрений данный планируемый уровень урожайности ни разу не был достигнут. Следовательно, в засушливой зоне Центрального Предкавказья наибольшую урожайность зерна озимой пшеницы обеспечивает её возделывание по технологии прямого сева с внесением расчётных доз минеральных удобрений – 3.56 т/га в среднем за 3 года.

Технологии возделывания озимой пшеницы на выщелоченном черноземе не оказали существенного влияния на содержание белка и клейковины в зерне (табл. 3). В среднем за 3 года исследований в зерне, полученном по традиционной технологии, содержалось 14.9% белка и 27.7% сырой клейковины, а в зерне, полученном по технологии прямого посева, – 15.4 и 28.1% соответственно. Также не отличалось зерно и по качеству клейковины – различия по индексу деформации клейковины (ИДК) между технологиями составили всего 3 единицы – 73 и 76 единиц в среднем для традиционной технологии и прямого посева соответственно.

Значительно большее влияние на качество зерна оказало внесение в рассматриваемую почву минеральных удобрений, которые обладали существенным положительным действием при обеих технологиях возделывания. Так, внесение рекомендованных и расчётных доз удобрений при традиционной технологии повышало содержание белка в зерне в среднем за годы исследований с 11.0 до 16.2-17.4%, а сырой клейковины – с 21.0 до 30.2-31.9%.

При прямом посеве за счет внесения удобрений содержание белка в зерне возросло с 11.4 до 16.6-18.1%, а содержание сырой клейковины – с 21.3 до 30.7-32.3%. Следовательно, увеличение содержания белка и клейковины за счет внесения минеральных удобрений было совершенно идентичным при обеих технологиях.

Совершенно по-другому удобрения влияли на качество клейковины – внесение рекомендованных и расчётных доз при обеих технологиях приводило к увеличению показателя ИДК до 76-81 единиц, что относит клейковину ко II группе. На контроле, где удобрения не вносили, показатели ИДК на 8-12 единиц меньше (68-69 ед.), поэтому в этих вариантах клейковина по качеству соответствует I группе. Таким образом, удобрения снижали качество сырой клейковины.

Технологии возделывания озимой пшеницы на южном черноземе также не оказали существенного влияния на содержание белка и клейковины в зерне (табл. 3). В среднем за 3 года исследований в зерне, полученном по традиционной технологии, содержалось 10.5% белка и 20.2% сырой клейковины, а в зерне, полученном по технологии прямого посева, – 11.6 и 22.0% соответственно. Также не отличалось зерно и по качеству клейковины – различия между технологиями по показателю ИДК составили 4 единицы – 98 единиц при традиционной технологии и 94 единицы при прямом посеве.

В то же время применение удобрений в данной агроклиматической зоне положительно повлияло на качество клейковины. Так, внесение рекомендованных и расчётных доз по обеим технологиям приводило к снижению показателя ИДК до 81-100 единиц, что относит клейковину к II-III группе качества. На контроле, где удобрения не вносили, показатели ИДК были выше (101-103 ед.), то есть в этих вариантах клейковина по качеству относится только к III группе. При обеих технологиях возде-

Таблица 4. Влияние технологий возделывания и удобрений на экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы (среднее за 2013-2015 гг.).

Технология	Удобрение	Себестоимость 1 т зерна, руб.	Рентабельность, %
Чернозем выщелоченный (Учебно-опытная станция Ставропольского ГАУ)			
Традиционная	Без удобрений	4639	94
	Рекомендованное	4725	91
	Расчётное	4952	82
Прямой посев	Без удобрений	5334	69
	Рекомендованное	6266	44
	Расчётное	6491	39
Чернозем южный (ООО «Добровольное»)			
Традиционная	Без удобрений	6407	40
	Рекомендованное	5923	52
	Расчётное	6004	50
Прямой посев	Без удобрений	4527	99
	Рекомендованное	4651	94
	Расчётное	4798	88

львания в результате внесения расчетных доз удобрений качество клейковины соответствовало II группе, что, скорее всего, связано с внесением более высоких доз.

Сложившееся соотношение цен на зерно и минеральные удобрения оказало существенное влияние на экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы. Так, на выщелоченном черноземе самая низкая себестоимость и самая высокая рентабельность производства зерна по обеим технологиям получены в варианте без внесения удобрений (табл. 4). При использовании традиционной технологии себестоимость 1 т зерна составила в среднем 4639 руб., а рентабельность – 94%; при прямом посеве – соответственно 5334 руб. и 69%. Следовательно, снижение производственных затрат при возделывании озимой пшеницы по технологии прямого посева не привело к повышению экономической эффективности производства, так как урожайность зерна была значительно ниже, чем при возделывании по традиционной технологии. Поэтому на выщелоченных черноземах в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья озимую пшеницу экономически выгоднее возделывать по традиционной технологии с внесением рекомендованных доз минеральных удобрений.

В опытах на темно-каштановой почве самая низкая себестоимость и самая высокая рентабельность производства зерна по традиционной технологии получены в варианте с внесением рекомендованной дозы удобрений, а по технологии прямого посева – в варианте без внесения удобрений (табл. 4). При возделывании по традиционной технологии себестоимость 1 т зерна составила в среднем 5923 руб., а рентабельность – 52%; при прямом посеве – соответственно 4527 руб. и 99% для вышеуказанных вариантов минерального питания. Таким образом, возделывание озимой пшеницы по технологии прямого посева привело к повышению экономической эффективности производства, так как урожайность зерна была значительно выше, чем при возделывании по традиционной технологии. Поэтому на черноземах южных засушливой зоны Центрального Предкавказья озимую пшеницу экономически выгоднее возделывать по технологии прямого сева с внесением рекомендованных доз минеральных удобрений.

В заключение следует еще раз отметить преимущество использования технологии прямого посева при выращивании озимой пшеницы в засушливой зоне Ставропольского края по сравнению с традиционной обработкой почвы. Однако в зоне неустойчивого увлажнения традиционная технология

способствовала получению более высокой продуктивности.

Есаулко А.Н. – декан факультета агробиологии и земельных ресурсов и факультета экологии и ландшафтной архитектуры, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: aesaulko@yandex.ru.

Ожередова А.Ю. – аспирант кафедры агрохимии и физиологии растений, e-mail: alena.gurieva@mail.ru.

Сигида М.С. – заведующий кафедрой агрохимии и физиологии растений, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Матвеев А.Г. – доцент кафедры агрохимии и физиологии растений, кандидат сельскохозяйственных наук.

Ставропольский государственный аграрный университет.

Литература

РОССТАТ. 2017. <http://www.gks.ru>

Голосной Е.В. 2008. Продуктивность звена севооборота в зависимости от систем удобрений и обработки почвы. *Плодородие*, 2: 39-40.

Саленко Е.А. 2015. Влияние минеральных удобрений на качество зерна озимой пшеницы в умеренно-влажной зоне Ставропольского края. *Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в СКФО: сб. по матер. 80-й науч.-практ. конф. СтГАУ, Ставрополь. С. 152-154.*

Сычев В.Г., Попова Р.Н. и Музыкантов П.Д. 2000. Полевые опыты агрохимслужбы – нормативная основа применения удобрений и других средств повышения плодородия почв. *Современные проблемы опытного дела: сб. по матер. междунар. науч.-практ. конф. С. 255-260.*

Фурсова А.Ю. и Есаулко А.Н. 2015. Влияние систем удобрения, способов и приёмов обработки чернозема выщелоченного на химический состав растений озимой пшеницы. *Вестник АПК Ставрополя*, 2 (18): 182-186.

Агеев В.В., Есаулко А.Н., Гречишкина Ю.И. и др. 2011. Основы программирования урожая сельскохозяйственных культур: учеб. пособие. 4 изд., перераб. и доп. Ставрополь, 2011. 200 с.

Авторы признательны региональному директору Международного института питания растений по Югу и Востоку России В.В. Носову за помощь в подготовке статьи.

Фертигация томатов в условиях светло-каштановых почв Волго-Донского междуречья

Плескачев Ю.Н., Паратунов А.А. и Носов В.В.

В однолетнем полевом опыте на светло-каштановой почве сравнивались две формы азотных удобрений при проведении фертигации томата – аммиачная селитра и кальциевая селитра. Максимальная продуктивность стандартных плодов (89 т/га) была получена при использовании для подкормок томата кальциевой селитры.

Благоприятные условия, которые складываются в зоне распространения светло-каштановых почв в Волго-Донском междуречье, позволяют формировать высокие урожаи овощных культур за счет применения интенсивных технологий выращивания при орошении (Бородычев, 2010.). В этой связи фертигация представляет собой перспективное направление в орошаемом земледелии. При внедрении данной технологии применения удобрений с поливной водой повышается уровень рентабельности овощеводства и ускоряется окупаемость капитальных и других затрат на выращивание продукции (Налойченко и Атаканов, 2009).

Разработке интенсивных технологий выращивания томата в условиях Волгоградской области было посвящено большое количество исследований (Филин и др., 2010; Григоров, 2014 и др.). Цель нашей работы заключалась в изучении сравнительной эффективности двух форм азотных удобрений, используемых для фертигации данной культуры, – аммиачной селитры и кальциевой селитры (нитрата кальция: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$). Для этого в 2015 г. был проведен производственный полевой опыт на светло-каштановой тяжелосуглинистой почве в КФХ Лемякина Ю.Ю. в Городищенском районе. Предшественник томата – озимая рожь на зеленое удобрение.

Агрохимическая характеристика почвы весной для слоев 0-30 и 30-50 см представлена в табл. 1. Катионы Ca^{2+} преобладают в составе почвенного погло-

щающего комплекса. В результате осеннего внесения под основную обработку почвы по 120 кг/га N, P_2O_5 и K_2O в составе комплексного удобрения (16:16:16) перед высадкой рассады почва имела среднюю обеспеченность подвижным фосфором и повышенную – подвижным калием. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте – слабо- и среднещелочная (величина $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ находилась в диапазоне 7.4-8.3). Плотность почвы опытного участка в слое 0-30 см составила 1.28 г/см³.

Исследуемая почва относится к разряду незасоленных (табл. 2). Присутствие в ней хлоридов в количестве 0.003-0.007% не оказывает вредного влияния на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Грунтовые воды залегают на глубине более 8 м и не оказывают подпитывающего влияния.

Опыты закладывались методом организованных повторений при одноярусном систематическом размещении вариантов. Повторность – 4-х кратная. Общая площадь опытной делянки составила 126 м², а учетная – 64 м².

Выращивался гибрид томата Бобкат F1 – детерминантного типа с ранним сроком созревания. Использовался рассадный способ выращивания. Дату посева семян на рассаду определяли следующим способом: отсчитывали назад 45 дней от среднегодовой даты окончания весенних заморозков. Применялась наиболее распространенная в регионе ленточная схема посадки томатов (1.0 × 0.4 × 0.24 м), при которой на два ряда растений приходится одна капельная

Таблица 1. Агрохимическая характеристика светло-каштановой почвы весной перед высадкой рассады.

Глубина, см	Гумус, %	Легкогидролизующий N	Подвижный P (P_2O_5)	Подвижный K (K_2O)	ЕКО	Обменные катионы		
						Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+
		мг/кг почвы			ммоль (экв)/100 г почвы			
0-30	2.19	34	26	349	30.9	23.2	7.2	0.5
30-50	1.55	24	22	313	24.4	18.3	5.3	0.8

Примечания: легкогидролизующий N – метод Тюринга и Кононовой (0.5 н H_2SO_4), подвижные P и K – метод Мачигина (1% $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$), ЕКО – метод Бобко-Аскинази в модификации Алешина (буферный раствор BaCl_2 с pH 6.5), обменные Ca и Mg – вытяжка 1 М KCl, обменный Na – вытяжка 1 М $\text{CH}_3\text{COONH}_4$.

Таблица 2. Содержание легкорастворимых солей по профилю светло-каштановой почвы.

Горизонт	Глубина, см	Плотный остаток	Cl ⁻		SO_4^{2-}
			%		
A	0-28	0.069	0.003		0.006
B ₁	28-39	0.074	0.003		0.007
B ₂	39-50	0.078	0.006		0.007
BC	50-80	0.091	0.006		0.008
C	80-110	0.109	0.007		0.010

Таблица 3. Анионно-катионный состав поливной воды.

рН	Σ анионов и катионов, г/дм ³	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Σ анионов, г/дм ³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ катионов, г/дм ³
		ммоль/дм ³ г/дм ³					ммоль/дм ³ г/дм ³				
7.4	1.272	Нет	11.10	2.90	3.42	0.944	9.50	4.25	3.598	0.072	0.328
			0.677	0.103	0.164		0.250	0.072	0.003	0.003	

Таблица 4. Структура урожая и продуктивность томата в зависимости от форм азотных удобрений, используемых для фертигации.

Фертигация	Среднее количество плодов на кусте, шт.	Средняя масса плода, г	Урожайность, т/га		Отход (пораженные болезнями плоды), %
			Общая	Товарная	
NH ₄ NO ₃	16	91	87.2	75.4	13.5
NH ₄ NO ₃ + Ca(NO ₃) ₂	17	93	94.6	81.5	13.8
Ca(NO ₃) ₂	18	96	103.5	89.0	14.0
HCP _{0.05}	3	5	14.6	12.4	0.3

линия. Густота стояния растений при этом составляет 60 тыс. растений на 1 га.

Для полива томата использовалась система капельного орошения. Поливы проводили для поддержания предполивного порога влажности почвы в активном слое на уровне 80% НВ. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом, а также контролировали при помощи тензиометров.

В табл. 3 представлены результаты анализа анионно-катионного состава поливной воды, которая закачивалась в оросительную сеть из магистрального канала, ведущего забор из р. Волга на расстоянии 50 км. Содержание твердых частиц в воде было несущественным. Концентрация растворимых солей в оросительной воде не превышала допустимых значений (> 2 г/дм³). Содержание ионов Na⁺ не превышало содержание ионов Ca²⁺ и Mg²⁺.

В опыте изучались следующие варианты фертигации томата: 1) аммиачная селитра; 2) аммиачная селитра и кальциевая селитра (по 50% азота из каждого удобрения); 3) кальциевая селитра. Всего было проведено 8 подкормок азотными удобрениями в суммарной дозе 120 кг N/га. Первая подкормка была проведена через 16 дней после высадки рассады, далее – раз в неделю. Использовалась система ввода удобрений в поливную воду на основе «байпаса».



Растения томата в фазу плодообразования. Варианты фертигации: аммиачная селитра (слева); аммиачная селитра и кальциевая селитра (в центре); кальциевая селитра (справа).

Высадка рассады томата в открытый грунт была проведена 15 мая. Цветение наступило 17 июня, плодообразование – 9 июля, а массовое созревание плодов – 16 июля. Период плодоношения составлял 38 дней и длился до 24 августа.

Как видно из табл. 4, количество плодов томата на кусте, их средняя масса и, соответственно, урожайность были максимальными в третьем варианте фертигации с питательным раствором, приготовленным с использованием кальциевой селитры. Урожайность стандартных плодов в данном варианте составила в среднем 89.0 т/га, что оказалось на 7.5 т/га выше, чем в варианте с питательным раствором, приготовленным с использованием аммиачной селитры и кальциевой селитры (по 50% азота из каждого удобрения) и на 13.6 т/га больше, чем в варианте с подкормкой одной аммиачной селитрой. При значительном росте общей урожайности за счет использования кальциевой селитры немного увеличился отход (пораженные болезнями плоды) – с 13.5 до 14.0%.

Наибольшее поступление влаги на поле происходило за счёт поливной воды – 4600 м³/га, что составило 72% водного баланса томата (табл. 5). На дату высадки рассады в почве находилось только 420 м³/га продуктивной влаги, а с атмосферными осадками в дальнейшем поступило 1380 м³/га влаги. Таким образом, суммарное водопотребление составило



Общий вид полевых опытов 24 июня 2015 г. (слева направо): Ю.Ю. Лемякин – глава КФХ, В.В. Носов и Ю.Н. Плескачев.

Таблица 5. Оценка эффективности использования воды растениями томата в зависимости от форм азотных удобрений, используемых для фертигации.

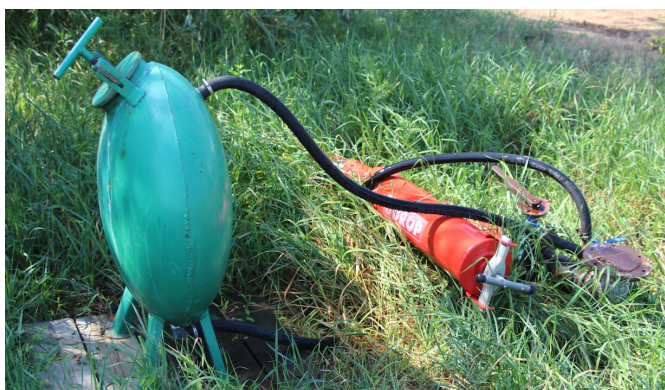
Фертигация	Атмосферные осадки	Оросительная норма	Запасы продуктивной влаги в почве	Σ	Коэффициент водопотребления*, м ³ /т
	м ³ /га				
NH ₄ NO ₃					73.4
NH ₄ NO ₃ + Ca(NO ₃) ₂	1380	4600	420	6400	67.7
Ca(NO ₃) ₂					61.8

* Отношение суммарного водопотребления к общей урожайности (включая стандартные и нестандартные плоды).

Таблица 6. Оценка экономической эффективности выращивания томата при использовании разных форм азотных удобрений для фертигации.

Фертигация	Стоимость валовой продукции	Производственные издержки	Расчетная прибыль	Рентабельность, %
	тыс. руб./га			
NH ₄ NO ₃	754.0	294.7	459.3	156
NH ₄ NO ₃ + Ca(NO ₃) ₂	815.0	292.5	522.5	179
Ca(NO ₃) ₂	890.0	290.3	599.7	207

Примечание: цена реализации томата – 10 тыс. руб./т.



Оборудования для фертигации на основе «байпаса».

6400 м³/га. При этом коэффициент водопотребления томата, рассчитанный как отношение суммарного водопотребления растений к общей урожайности (включая стандартные и нестандартные плоды), снижается от первого к третьему варианту – 73.4, 67.7 и 61.8 м³/т соответственно. Следовательно, согласно полученным результатам, оптимизация формы азотного удобрения – применение кальциевой селитры для фертигации позволяет существенно улучшить эффективность использования воды растениями.

Оценка экономической эффективности выращивания томата показала, что расчетная прибыль для всех изученных вариантов фертигации значительно превышала производственные издержки (табл. 6). Она была максимальной в варианте с подкормками кальциевой селитрой – около 600 тыс. руб./га. При этом для данного варианта также отмечалась максимальная рентабельность, составившая 207%. Наименьшая расчетная прибыль (459 тыс. руб./га) и наименьшая рентабельность (156%) были получены в варианте с применением для фертигации одной аммиачной селитры. Комбинирование данных двух форм азотных удобрений давало промежуточные экономические показатели.

Следует отметить, что однолетние данные, полученные в 2015 г. на светло-каштановой почве, свидетельствуют о значительных преимуществах при

использовании кальциевой селитры для фертигации томата. Несомненно, это предварительные выводы, для подтверждения которых необходимо проведение дальнейших исследований.

Плескачев Ю.Н. – заведующий кафедрой «Земледелие и агрохимия», доктор сельскохозяйственных наук, профессор; e-mail: pleskachiov@yandex.ru.

Паратунов А.А. – магистрант кафедры «Земледелие и агрохимия».

Волгоградский государственный аграрный университет.

Носов В.В. – региональный директор по Югу и Востоку России Международного института питания растений, кандидат биологических наук; e-mail: vnosov@ipni.net.

Литература

- Бородычев В.В. 2010. Современные технологии капельного орошения овощных культур: научное издание. Коломна: ФГНУ ВНИИ «Радуга». 241с.*
- Налойченко А.О и Атаканов А.Ж. 2009. Удобрительное орошение посредством внесения жидких минеральных удобрений с поливной водой (фертигация). Ассоциация НИЦ-ИВМИ. Проект повышения продуктивности воды на уровне поля (ППВ), Бишкек, Киргизский НИИ ирригации. 24 с.*
- Филин В.И., Кривошеин М.И. и Филин В.В. 2010. Эффективность различных систем удобрения томата Санрайз F1 на каштановых почвах при орошении дождеванием. Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса, 2 (18): 70-77.*
- Григоров М.С. 2014. Продуктивность томатов при капельном орошении в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области. Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса, 2 (34): 22-27.*

Итоги конкурса научных работ студентов и аспирантов Scholar Award 2016

Международный институт питания растений ежегодно проводит конкурс научных работ студентов и аспирантов в области питания растений в основных сельскохозяйственных регионах мира. В Восточной Европе и Центральной Азии конкурс проводится в России, Украине и Казахстане.



Ожередова Алена

Ожередова Алена в 2015 г. закончила Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ) по специальности «Агрономия». С 2015 г. она обучается в аспирантуре данного университета на кафедре агрохимии и физиологии растений. За время обучения Алена была премирована стипендией Правительства Российской Федерации и стипендией им. А.Д. Аргунова. В 2014 г. стала победителем Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов ВУЗов Министерства сельского хозяйства РФ в номинации «Агрохимия и агропочвоведение», а также призером Второго Всероссийского конкурса научно-практических работ по сберегающему земледелию среди студентов и аспирантов аграрных ВУЗов РФ. В 2015 г. – лауреат краевой молодежной премии в области науки, инноваций и инициатив «Премия 2020», а в 2016 г. – победитель финала IV интеллектуальной игры «Начинающий фермер» в составе сборной команды СтГАУ.

Тема работы, представленной на конкурс: «Влияние применения удобрений и технологий на производство озимой пшеницы в Центральном Предкавказье». Алена – автор и соавтор 22-х публикаций, одна из которых включена в международную реферативную базу данных «Скопус» (Scopus). Ее главной целью является защита кандидатской диссертации по направлению «Агрохимия» под руководством д.с.-х.н., проф. Есаулко А.Н., а затем – продолжение исследований в выбранной области, изучение зарубежного опыта и активное содействие в распространении агрохимических знаний.



Паратунов Андрей

В 2015 г. Андрей Паратунов закончил бакалавриат Волгоградского государственного аграрного университета (г. Волгоград) по направлению «Агрономия». Тема его работы, представленной на конкурс: «Фертигация томатов в условиях сухо-степной зоны Волго-Донского междуречья». За время обучения Андрей был премирован стипендиями губернатора Волгоградской области, Президента Российской Федерации и премией Правительства Российской Федерации. В 2013, 2014 и 2015 гг. он становился победителем первого этапа Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства РФ. В 2015 году проходил практику в Германии по программе DBV (Deutscher Bauerverband). Андрей планирует продолжить обучение в магистратуре Волгоградского государственного аграрного университета и активно участвовать в научно-исследовательской работе.



Чобану Анастасия

Анастасия Чобану в 2016 году окончила Белгородский аграрный университет им. В. Я. Горина (г. Белгород) и получила диплом бакалавра по направлению «Агрохимия и агропочвоведение». Обучалась на кафедре агрохимии, агропочвоведения и экологии. За время обучения была премирована повышенными академическими стипендиями за успехи в учебной и научной деятельности. Научно-исследовательская работа Анастасии связана с влиянием минеральной, органоминеральной и органической систем удобрений на биологические показатели плодородия почвы. Тема выпускной квалификационной работы, представленной на конкурс: «Влияние системы удобрения на биологические показатели плодородия почвы». Исследования были выполнены в полевых опытах, проводимых аграрным университетом. Анастасия – автор и соавтор 5-ти публикаций по вышеуказанным тематикам. Ее цель – продолжение обучения в магистратуре аграрного университета и дальнейшее участие в научно-исследовательской работе в выбранном направлении.

Последствие калийных удобрений на картофеле в Западной Сибири

В.Н. Якименко и В.В. Носов

В стационарном полевом опыте на серой лесной почве показано, что последствие калийных удобрений на картофеле наблюдается в течение 2-5 лет в зависимости от ранее внесенных в почву доз калия. В период последствия абсолютное снижение содержания обменных и необменных форм калия в почве значительно превышало его вынос урожаем.

Изучение действия и последствия калийных удобрений проводилось в различных почвенно-климатических условиях России. Так, исследования, проведенные на дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава, показали, что калий переходит в разряд первого минимума через 8-10 лет после прекращения внесения удобрений (Прокошев, 2002). Почвенные резервы калия, накопленные в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах за счет длительного внесения калийных удобрений, позволяли получать высокие урожаи культур в течение 3-х ротаций полевого севооборота или 18-ти лет после прекращения применения калийных удобрений (Иванов и др., 2009).

Согласно результатам исследований, проведенных на серых лесных почвах (Никитишен и др., 2000), доступность калия, ранее внесенного с удобрениями и поглощенного почвой, не уступает его прямому действию. Прибавка урожайности зерновых культур в 1-й год последствие калия на черноземных почвах составила 4-33% (Иванова и др., 2015). На каштановых почвах последствие калийных удобрений, внесенных в высокой дозе, сохранялось в течение 5-ти лет (Багринцева, 2011).

Учитывая продолжающееся истощение почвенного плодородия по калию, наиболее сильно прогрессирующее в Сибирском регионе, оптимизация калийного питания сельскохозяйственных культур представляется важным направлением исследований. Цель работы – изучение калийного состояния серой лесной среднесуглинистой почвы при прекращении внесения калийных удобрений и оценка их последствия на урожайность картофеля в стационарном полевом опыте, заложенном в 1988 г. на целинной почве. Опыт расположен на научном стационаре ИПА СО РАН в лесостепной зоне юга Западной Сибири. В первые годы выращивали овощные культуры в севообороте, а с 2000 г. – картофель в монокультуре. Данные по плодородию почвы, а также дозы удобрений под различные овощные культуры и картофель и их урожайность опубликованы ранее (Якименко, 2003; 2006; Якименко и Носов, 2012). Дозы минеральных удобрений под картофель в последние годы составляли: азота – 100 кг/га, фосфора

Таблица 1. Влияние последствия калийных удобрений на содержание легкообменного калия в почве (мг K_2O /кг почвы).

Вариант опыта	2008	2009	2010	2011	2012
K_0	5	3	5	4	5
K_{30}	5	4	5	5	5
K_{60}	8	6	6	5	5
K_{90}	12	8	7	6	5
K_{120}	25	15	16	12	9
K_{150}	32	25	22	17	10
$HCP_{0.05}$	12	15	13	14	15

Примечание: во всех вариантах вносилось только 100 кг N/га и 60 кг P_2O_5 /га (указанные дозы калия применялись в предыдущие годы).

– 60 кг P₂O₅/га, калия – 30, 60, 90, 120 и 150 кг K₂O/га. С 2008 г. на части площади опыта калийные удобрения в вариантах NPK вносить перестали. Мониторинг содержания обменного калия после уборки картофеля проводился с использованием вытяжки 1 М CH₃COONH₄ (1:10), легкообменного – в вытяжке 0.0025 М CaCl₂ (1:2), необменного – в вытяжке 1 М HNO₃ (1:10).

Содержание легкообменного калия, ввиду малых абсолютных величин, нечасто применяется для характеристики калийного состояния пахотных почв. Однако имеющиеся данные свидетельствуют о его хороших диагностических возможностях, поскольку он наиболее чувствителен к истощению почвы по калию и, кроме того, мало зависит от гранулометрического состава почв (Носов и др., 1997; Якименко, 2003). Показано, что в почвах разного гранулометрического состава критическое содержание легкообменного калия, когда растения начинают испытывать потребность во внесении калийных удобрений, составляет 10 мг K₂O/кг почвы (Якименко, 2003). В то же время, повышение содержания легкообменного калия в почве более 30 мг K₂O/кг может сопровождаться нежелательными последствиями: значительным увеличением непродуктивного выноса элемента выращиваемыми культурами и возможным вымыванием калия за пределы корнеобитаемого слоя.

В течение периода последействия калийных удобрений содержание легкообменного калия в почве довольно быстро снизилось до уровня, отражающего условия недостаточного калийного питания растений (табл. 1). Это наблюдалось уже в 1-й год при предшествующем внесении до 60 кг K₂O/га, и на 2-й год – при более высоком уровне созданного плодородия по калию. В вариантах, где ранее вносилось 120-150 кг K₂O/га, содержание легкообменной формы калия в почве снизилось до дефицитного уровня только на 5-й год.

С самого начала исследований в 1988 г. в варианте без внесения калийных удобрений (K₀) содержание обменного калия в почве снизилось в течение первых 4-5 лет до стабильного уровня – со 120 до 80 мг K₂O/кг (Якименко, 2003), на котором и оставалось всё последующее время, включая рассматриваемые в данной работе годы исследований (2008-12 гг.) (табл. 2). Этот минимальный уровень обменного калия в почве, очевидно, составляют катионы, интрамицеллярно поглощенные ППК (Якименко, 2015).

Таблица 2. Влияние последействия калийных удобрений на содержание обменного калия в почве (мг K₂O/кг почвы).

Вариант опыта	2008	2009	2010	2011	2012
K ₀	80	79	79	81	78
K ₃₀	100	83	89	80	72
K ₆₀	124	90	92	83	72
K ₉₀	145	103	97	95	90
K ₁₂₀	263	161	153	117	100
K ₁₅₀	355	228	181	142	117
HCP _{0.05}	71	65	67	63	63

Селективность данных обменных позиций к калию, по-видимому, очень высокая, поэтому выращивание сельскохозяйственных культур не приводит к их истощению.

Минимальный уровень обменного калия в конкретной почве определяется ее емкостью катионного обмена (ЕКО). Для зональных почв Западной Сибири он составляет 0.8-0.9% от ЕКО в суглинистых разновидностях и 1.0-1.2 – в супесчаных (Якименко, 2003). Важно подчеркнуть, что при мониторинге калийного состояния пахотных почв подобная стабильность содержания обменного калия часто ошибочно оценивается как благополучная ситуация, хотя в действительности стабилизация произошла на минимальном уровне. При этом многие культуры, а особенно К-любивые (картофель, овощные культуры и др.), испытывают недостаток калия.

После прекращения внесения калийных удобрений содержание обменного калия в почве закономерно снижалось (табл. 2). В вариантах с длительным предшествующим внесением невысоких доз калия (30-60 кг K₂O/га) оно снизилось до минимального уровня или приблизилось к нему уже на 2-й год. В варианте, где ранее вносилась более высокая доза калия (90 кг/га), это произошло на 4-5-й годы последействия. При исходном высоком содержании обменного калия в почве, сформированном при предшествующем бездефицитном калийном балансе (внесение 120-150 кг K₂O/га), масштабы его снижения в течение периода последействия были особенно заметны. Через 5 лет после прекращения внесения калийных удобрений уровень обменного калия в почве этих вариантов снизился в 2.5-3.5 раза, а наиболее значительное падение произошло за первые 2 года.

Данные о содержании в почве необменного калия позволяют оценить ближайшие резервы пополнения обменной формы этого элемента. Считается, что необменный калий – это калий, находящийся в межпакетном пространстве трехслойных глинистых минералов. В почве фонового варианта (K₀) содержание необменного калия стабилизировалось, несмотря на продолжавшийся ежегодный вынос калия урожаем (табл. 3). Следовательно, для данной формы калия также имеется минимальный уровень. При этом соотношение между обменными и необменными формами калия приближается к показателям целинной почвы.

Таблица 3. Влияние последействия калийных удобрений на содержание необменного калия в почве (мг K₂O/кг почвы).

Вариант опыта	2008	2009	2010	2011	2012
K ₀	950	900	92	900	920
K ₃₀	1050	930	910	900	910
K ₆₀	1160	1080	1000	990	920
K ₉₀	1270	1210	1140	1070	950
K ₁₂₀	1390	1320	1300	1250	1200
K ₁₅₀	1670	1570	1420	1330	1250
HCP _{0.05}	150	140	160	150	140

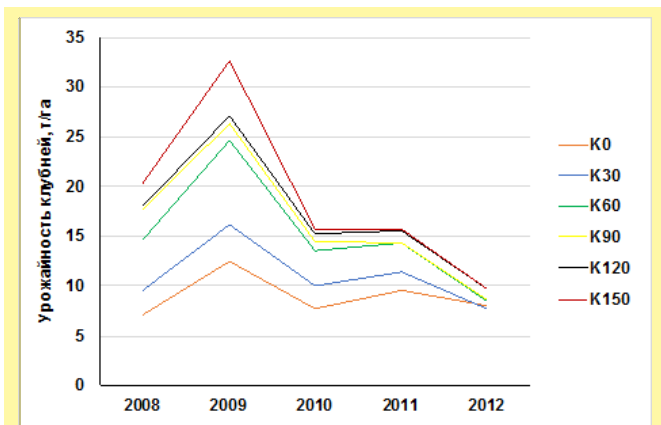


Рис. 1. Последействие калийных удобрений на урожайность клубней картофеля (т/га).

Прекращение внесения калийных удобрений привело к заметному снижению содержания обменного калия в почве. Его падение было наиболее значительным в вариантах с предшествующим внесением высоких доз калия (120-150 кг/га) – на 300-600 мг/кг почвы (от уровня 2007 г.) за рассматриваемые годы последействия. Калий, накопленный почвой в обменной и необменной форме в течение 2-х десятков лет и существенно превышающий естественный, целинный уровень, по-видимому, хорошо доступен растениям.

Относительное постоянство в течение длительного времени содержания в почве изученных форм калия при сильном дефиците калийного баланса предполагает заметное участие в питании растений и в поддержании складывающегося равновесия между формами калия более труднодоступных форм, не извлекаемых использованной кислотной вытяжкой. Этот приход обеспечивается, видимо, за счет калия первичных почвенных минералов (слюд, полевых шпатов). Слюдистые минералы составляют основу почвенной фракции физической глины (<0.01 мм), содержание которой и определяет, в целом, калийный статус почв (Якименко, 2003).

Урожайность картофеля в значительной степени зависела от погодных условий (рис. 1). В 2008, 2010 и, особенно, 2012 г. лето было засушливым, а 2009 и 2011 гг. отличались хорошей тепло- и влагообеспеченностью. Картофель – культура со слаборазвитой корневой системой и относительно непродолжительным периодом максимального потребления элементов питания, и ее продуктивность закономерно реагировала на изменения калийного состояния почвы. В 2008-11 гг. урожайность картофеля в вариантах с последействием калия была существенно выше, чем в варианте, где он никогда не вносился (K0). Однако в 2012 г. урожайность клубней во всех вариантах практически сравнялась. Отметим, что в 2012 г. урожайность в вариантах с последействием составила примерно 60-65% от таковой при продолжающемся ежегодном внесении калийных удобрений (Якименко, 2015). Таким образом, можно полагать, что последействие различных доз калийных удобрений завершилось на 5-й год исследований.

Таблица 4. Баланс калия (K₂O) при последействии калийных удобрений в сумме за 5 лет: 2008-12 гг.

Вариант опыта	Вынос, кг/га	Баланс	
		кг/га	мг/кг почвы
K ₀	135	-135	-68
K ₃₀	176	-176	-88
K ₆₀	263	-263	-132
K ₉₀	318	-318	-159
K ₁₂₀	360	-360	-180
K ₁₅₀	477	-477	-239

Возможно, в вариантах с предшествующим внесением максимальных доз калийных удобрений и бездефицитным балансом калия последействие ощущалось бы и еще некоторое непродолжительное время, но только в благоприятный по тепло- и влагообеспеченности год. В засушливые годы наблюдаемая обеспеченность почвы калием уже является недостаточной, а последний год опыта (2012 г.) был как раз самым засушливым.

Исходя из поступления калия с удобрениями (0 кг K₂O/га) и его выноса основной и побочной продукцией картофеля, был рассчитан баланс калия (табл. 4). В фоновом варианте (K0), где калийные удобрения ранее не применялись, картофель поглощал из почвы в среднем 27 кг K₂O/га в год, что было явно недостаточно для полноценного питания растений. Вынос элемента в вариантах с предшествующим внесением калийных удобрений был прямо пропорционален созданному уровню плодородия почвы по калию. Его вынос ожидаемо возрастал в вариантах с последействием максимально высоких доз. Соответственно, здесь складывался наиболее отрицательный баланс калия, и за рассматриваемые годы была практически нивелирована исходная большая разница в калийном состоянии почвы между изученными вариантами.

Установлено, что независимо от складывающегося в агроценозе калийного баланса, основные изменения содержания изученных форм калия в почве отмечаются в пахотном слое 0-20 см (Якименко, 2007). В этой связи, баланс калия был также выражен в мг/кг почвы пахотного слоя (плотность – 1.0 г/см³) (табл. 4). При этом масштабы истощения изученных форм калия в почве в вариантах с последействием калийных удобрений были значительно больше в сравнении с величиной отрицательного баланса калия, выраженного в мг/кг почвы. Следовательно, вынос калия урожаем не объясняет всех причин существенного падения содержания изученных форм калия в почве. Предполагается протекание в почве процессов фиксации ранее внесенного калия, который, скорее всего, не извлекается использованной кислотной вытяжкой.

Таким образом, изучение последействия калия, накопленного в почве за предшествующий длительный период внесения возрастающих доз калийных удобрений, показало, что его длительность закономерно зависит от созданного уровня плодородия почвы. Достигнутая за 2 десятилетия высокая обеспе-



Вид опытных делянок с картофелем.

ченность почвы всеми формами калия сравнительно быстро (за 4-5 лет) снижается до уровня, практически характерного для целинной почвы.

Якименко В.Н. – заведующий лабораторией агрохимии Института почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск), доктор биологических наук; e-mail: yakimen-ko@issa.nsc.ru.

Носов В.В. – региональный директор по Югу и Востоку России Международного института питания растений, кандидат биологических наук; e-mail: vnosov@ipni.net.

Литература

Прокошев В.В. О необходимости применения калийных удобрений // *Плодородие*. 2002. № 1. С. 18–20.

Иванов А.И., Иванов И.А., Воробьев В.А., Лямцева Е.Г. Изменение калийного состояния хорошо окультуренной почвы при применении калий-дефицитной системы удобрения // *Агрохимия*. 2009. № 4. С. 21-26.

Никитишен В.И., Дмитракова Л.К., Личко В.И. Роль почвы и удобрения в обеспечении калийного питания культур севооборота // *Агрохимия*. 2000. № 12. С. 30-35.

Иванова С.Е., Романенков В.А., Никитина Л.В. Результаты научно-исследовательского проекта по совершенствованию рекомендаций по внесению калийных удобрений в России в 2014. Питание растений. *Вестник Международного института питания растений*. 2015. № 4. С. 2-4.

Багринцева В.Н. Питание зерновых колосовых культур калием на каштановых почвах. Питание растений. *Вестник Международного института питания растений*. 2011. № 3. С. 6-10.

Якименко В.Н. Калий в агроценозах Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. 231 с.

Якименко В.Н. Влияние баланса калия в агроценозе на продуктивность культур и калийное состояние почвы // *Агрохимия*. 2006. № 5. с. 3-9.

Якименко В.Н., Носов В.В. Эффективность применения калийных удобрений в Западной Сибири. Питание растений. *Вестник Международного института питания растений*. 2012. № 1. С. 2-5.

Якименко В.Н. 2015. Действие и последствие калийных удобрений в полевом опыте на серой лесной почве // *Агрохимия*. № 4. С. 3-12

Носов В.В., Соколова Т.А., Прокошев В.В., Исаенко М.А. Изменение некоторых показателей калийного состояния дерново-подзолистых почв под влиянием применения калийных удобрений в длительных полевых опытах // *Агрохимия*. 1997. № 5. С. 13-19

Якименко В.Н. Изменение содержания форм калия по профилю почвы при различном калийном балансе в агроценозах // *Агрохимия*. 2007. № 3. с. 5-11.

Crop Nutrient Deficiency Photo Contest — 2016

Победители конкурса фотографий

«Признаки недостатка элементов питания у сельскохозяйственных культур» в 2016 г.

Международный институт питания растений в очередной раз рад представить победителей конкурса фотографий «Признаки недостатка элементов питания у сельскохозяйственных культур». По всем четырем категориям в 2016 г. были получены отличные примеры, иллюстрирующие недостаток элементов питания у растений.

Мы выражаем благодарность всем участникам, приславшим свои фотографии на конкурс. Победители конкурса, помимо денежного вознаграждения, получают также USB-флеш-накопитель с последней версией нашей фотоколлекции, содержащей сотни снимков. Полную информацию о данной фотоколлекции можно получить, перейдя по ссылке: <http://ipni.info/nutrientimagecollection>. Приглашаем всех участников конкурса регулярно посещать раздел нашего сайта, посвященный данному мероприятию, где уже можно ознакомиться с условиями подачи заявок в 2017 г.: <http://www.ipni.net/photocontest>. Желаем удачи!



Категория «Азот»



1-е место (150\$): Недостаток азота у табака.

Д-р Б. Випкер, кафедра цветоводства, факультет садоводства, Университет штата Северная Каролина, США.

При выращивании табака в контролируемых условиях на кварцевом песке и использовании промышленных удобрений был создан дефицит азота. У растения проявились все типичные внешние признаки недостатка данного элемента. Старые листья подвергались некрозу. Листья, расположенные выше, полностью желтели и обесцвечивались. Окраска листьев с начальными признаками недостатка азота – от светло-зеленой до желтой. Верхние листья были светло-зелеными и имели задержку роста из-за невнесения азота.

2-е место (150\$): Недостаток азота у малины.

К. Пулидо Гилаберт, г. Валенсия, Испания.

Недостаток азота проявился у плодоносящей части растения. Хотя фотография сфокусирована именно на этой области, у других частей растения недостаток азота не выявлялся. Это связано с тем, что при плодообразовании высока потребность в азоте, и он поступает непосредственно из ближайших частей растения.



Категория «Фосфор»



1-е место (150\$): Недостаток фосфора у кукурузы.

Д. Валент, Государственный колледж, штат Пенсильвания, США.

Сильный дефицит фосфора на почве с низкими значениями pH. Результаты анализа почвы под «зелеными» растениями: $pH_{H_2O} = 5.7$, подвижный P – 46 мг P/кг, ЕКО = 6.2 ммоль (экв)/100 г. Результаты анализа почвы под «фиолетовыми» растениями: $pH_{H_2O} = 4.9$, подвижный P – 47 мг P/кг, ЕКО = 3.8 ммоль (экв)/100 г. Содержание P в листьях «фиолетовых» растений – 0.16% (P), что в 2 раза ниже по сравнению с «зелеными». Содержание основных элементов (N, P и K) в листьях «фиолетовых» растений было ниже оптимального уровня. Содержание же Fe и Al было высоким.

2-е место (150\$): Недостаток фосфора у кофе.

Р. Лискано, г. Барайя, провинция Уила, Колумбия.

Растение кофе с сильным фиолетовым окрашиванием листьев. Выращивалось на оксисоли (Oxisol) с низкой обеспеченностью основными элементами питания: $pH_{H_2O} < 5$, доля Al в составе обменных катионов – 60% (6 смоль (экв)/кг).



Категория «Калий»



1-е место (150\$): Недостаток калия у куркумы.

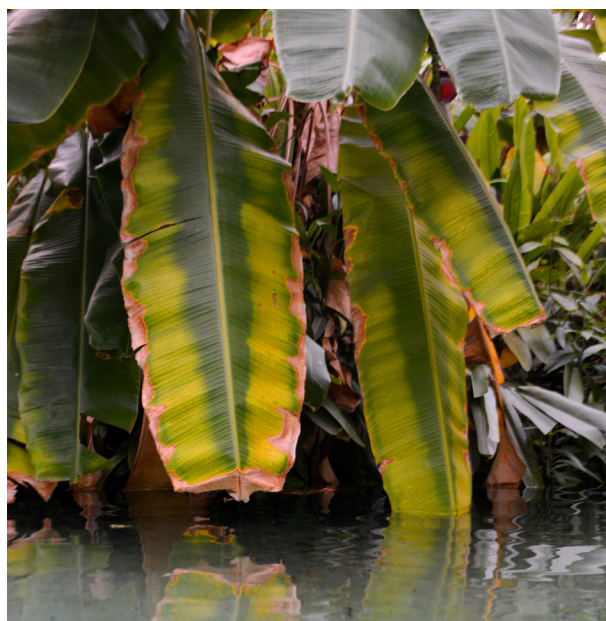
У. Кумар, Факультет почвоведения и агрохимии, Аграрный университет штата Тамилнад, г. Коимбатур, Индия.

Недостаток калия у 2-месячных растений куркумы в штате Тамилнад. Наблюдались угнетение роста растений, укорачивание междоузлий, краевой ожог (побурение краев листьев) и некротические пятна на старых листьях. С усилением дефицита калия листовой ожог появлялся на молодых листьях. Отмечалось низкое содержание обменного K в почве – 42 мг K/кг и низкое содержание K в растениях – 2.1% (K). Недостаток калия корректировался некорневыми подкормками 1-процентным раствором K_2SO_4 с 2-недельным интервалом.

2-е место (150\$): Недостаток калия у банана.

В. Бенайтс, г. Риу-Верди, штат Гояс, Бразилия.

Временное затопление плантации банана вызвало проявление четко выраженного краевого ожога листьев, связанного с недостатком калия. Данные экстремальные условия вызваны разбалансированностью катионного состава растений из-за избыточной концентрации Mg в воде.



Категория «Второстепенные элементы питания и микроэлементы»



1-е место (150\$): Недосток железа у кешью.

Б. Раджа, Сельскохозяйственный колледж и Научно-исследовательский институт, г. Мадурай, штат Тамилнад, Индия.

Фотография сделана на фермерской плантации в штате Тамилнад – показывает молодые листья с межжилковым хлорозом, который со временем прогрессировал до полного пожелтения листьев. Почва имела высокий рН ($pH_{H_2O} = 8.3$). Содержание подвижного Fe в почве – 1.7 мг/кг (вытяжка ДТПУ), содержание Fe в растениях – 20 мг/кг на а.с.в.



2-е место (100\$): Недосток бора у маниока.

Д-р С. Дж. Куживилейил, Совет Центрального научно-исследовательского сельскохозяйственного института клубнеплодов, г. Тривандрам, штат Керала, Индия.

Общий признак недостатка бора – метлообразный внешний вид апикальной (верхней) части растения, включая листья и стебель. У растений в апикальной части стебля отсутствуют хорошо развитые листья – вместо этого формируются очень мелкие листья. Нижние листья обычно остаются здоровыми. При сильном недостатке бора угнетается рост растений.

Научно-практическая литература

Новые научно-практические издания на русском языке, подготовленные программой Международного института питания растений в Восточной Европе и Центральной Азии.



4R-Стратегия: Практическое руководство по применению удобрений и оптимизации питания растений

4R-Стратегия управления питанием растений – инновационный подход к оптимизации системы применения удобрений, одобренный мировой индустрией производства удобрений. Данное руководство призвано разъяснить суть рассматриваемой стратегии, выявить научные принципы, лежащие в основе “четырёх золотых правил” управления питанием растений. Оно не ставит задачей глубокое ознакомление читателя с теорией почвенного плодородия и питания растений, но дает возможность освоения и практического использования базовых принципов в комплексной системе управления питанием растений, обеспечивающей устойчивость сельскохозяйственного производства.

Рассматриваются вопросы адаптации общих принципов к условиям отдельного хозяйства, вопросы планирования применения удобрений и оценки эффективности поддержания устойчивого производства. Большинство глав включает также учебные

материалы с конкретными примерами, иллюстрирующими использование рассматриваемых принципов в различных регионах мира. Данные примеры показывают универсальный характер 4R-стратегии, ее применимость в самых разных масштабах – от небольших хозяйств до крупных коммерческих ферм и плантаций.

Предлагаемые материалы являются основой для практического воплощения 4R-стратегии управления питанием растений.



Роль микроэлементов в устойчивом производстве продовольствия, кормов, волокна и биоэнергии

Бэлл Р.В., Дэлл Б.

Эта книга написана для фермеров и производителей удобрений. Целью книги является:

- объяснить важность питательных микроэлементов для сбалансированного удобрения почв;
- рассмотреть имеющиеся в настоящее время типы удобрений, содержащих микроэлементы, и способы наиболее эффективного их применения;
- оценить современное состояние рынка удобрений, содержащих микроэлементы, и его перспективы;
- обсудить основы регулирования и контроля качества при производстве и применении удобрений, содержащих микроэлементы, необходимые для получения максимальной выгоды от использования этих удобрений.



Практическое руководство по фертигации овощных культур

Филин В.И., Плескачев Ю.Н.

При обосновании и разработке рациональной системы применения удобрений для оптимизации минерального питания растений и получения высоких планируемых урожаев овощных культур должна учитываться их потребность в элементах питания и требующиеся для ее удовлетворения дозы удобрений на конкретном поле севооборота. Принимая в качестве исходного положения, что основой рационального экологически сбалансированного земледелия во всех природных зонах должно быть не истощение естественного плодородия почв, а его сохранение и повышение, главной задачей системы применения удобрения в орошаемом овощеводстве следует считать создание и поддержание высокого уровня плодородия почв.

В данном руководстве рассматриваются научно-практические основы системы применения удобрений в овощеводстве открытого грунта. На основе опыта, накопленного в Нижневолжском регионе (в основном, в Волгоградской области), представлены практические рекомендации по фертигации основных овощных культур с использованием полностью водорастворимых удобрений, а также по фертигации с использованием только азотных удобрений с внесением фосфорно-калийных удобрений под основную обработку почвы с осени.



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ
ИНСТИТУТ

Восточная Европа и Центральная Азия

125466 Российская Федерация, Москва, ул. Ландышевая, д.12, вл. 17а

Тел./Факс: 8 (495) 580 64 14

<http://eeca-ru.ipni.net>

<http://www.ipni.net>

ipni-eeca@ipni.net

*Выше урожай и качество, сохраняя окружающую среду...
С помощью науки*

