

коргостан (0,73), Оренбургской (0,46), Самарской (0,53), Саратовской (0,47) и Ульяновской (0,69) областей, в которых богарное земледелие требует применения агротехнологий, направленных на сохранение влаги в почвах и рациональное ее использование засухоустойчивыми сортами сельскохозяйственных культур.

Существенную роль при этом могут играть удобрения, в том числе минеральные. Еще К.А. Тимирязев [10] и Д.Н. Прянишников [7] отмечали, что в засушливых условиях применение минеральных удобрений усиливает использование почвенной влаги сельскохозяйственными культурами. В менее засушливых районах Приволжья также целесообразно применение различных методов накопления и сбережения почвенной влаги, включая снегозадержание, кулисные пары и др.

**Заключение.** Анализ почвенно-климатических условий Приволжского региона показывает, что они вполне соответствуют требованиям районированных сельскохозяйственных культур к основным факторам плодородия почвы и позволяют значительно повысить их урожайность и продуктивность регионального земледелия в целом. Важную роль при этом должны играть зональные агротехнологии, в том числе рациональное, экономически и экологически оправданное применение удобрений. Применение минеральных и органических удобрений, микроудобрений, мелиорантов должно основываться на максимально точном учете природно-климатических условий конкретного сельскохозяйственного предприятия, вплоть до почвенно-агрохимической характеристики плодородия каждого поля севооборота. В данном отношении ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова как головной институт в стране по разработке зональных систем удобрения может оказать труженикам сельскохозяйственных предприятий Приволжья необходимую помощь в определении

потребности в удобрениях для получения планируемой урожайности и повышения качества сельскохозяйственных культур, а также сроков и способов их применения. Считаем, что при существующем зональном бонитете пахотных земель Приволжья 30,8 балла и фактической продуктивности пашни, составившей в среднем за 7 лет интенсивной химизации земледелия (1980 – 1987) всего лишь 11,4 ц/га зерновых единиц [1], научно обоснованное применение средств химизации способно в ближайшее перспективе, как минимум удвоить, а возможно и утроить производство растениеводческой продукции в Приволжском федеральном округе. Нужна лишь активная мобилизация природных, технических и интеллектуальных ресурсов данного региона.

#### Литература

1. Агропромышленный комплекс России: ресурсы, продукция, экономика: Стат. сб. в 3 т. РАСХН/ Сост. Г.А. Романенко, А.И. Тюпонников, А.А. Шутьков, И.П. Макаров. – Новосибирск, 1995. – Т. 1. – 260 с.
2. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных угодий Российской Федерации. – М.: ВНИИА, 2004. – 171 с.
3. Бюллетень Географической сети опытов с удобрениями. Вып. 22. Совершенствование программ агрохимических исследований в Географической сети опытов с удобрениями. – М.: ВНИИА, 2016. – 44 с.
4. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: «Росинформагротех», 2003. – 240 с.
5. Муравин Э.А., Ромодина Л.В., Литвинский В.А. Агрохимия. М.: Академия, 2014. – 304 с.
6. Природно-экономические условия ведения сельскохозяйственного производства в РСФСР. Ч. 1. – М.: ВАСХНИЛ, 1986. – 300 с.
7. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения, Т. 1. – М.: «Колос», 1965. – 768 с.
8. Савич В.И., Амергузин Х.А., Карманов И.И., Булгаков Д.С., Федорин Ю.В., Карманова Л.А. Оценка почв. – Астана, 2003. – 544 с.
9. Составление проекта на применение удобрений. Рекомендации. – М.: Росинформагротех, 2000. – 154 с.
10. Тимирязев К.А. Борьба растений с засухой. Жизнь растений – М.: МСХА, 2006. – С. 299.

## SOIL-AGROCHEMICAL RESOURCES FOR INCREASING THE PRODUCTIVITY OF AGRICULTURE IN THE VOLGA REGION

V.G. Sychev, R.A. Afanasyev

Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry,  
ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia E-mail: rafail-afanasev@mail.ru

*The conditions of the Volga region are analyzed that play a determining role in satisfying plants with the necessary productivity factors, including soil fertility and local agroclimate. It is shown that the natural and climatic conditions of the region with the appropriate scientific, methodological and technological support, will significantly increase the existing productivity of arable land.*

*Keywords: resources, soil, climate, agrochemical parameters, fertilizers.*

УДК 631.83 : 631.46

## ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА КАРТОФЕЛЯ ОТ УРОВНЯ КАЛИЙНОГО ПИТАНИЯ

**В.Н. Якименко, д.б.н., Институт почвоведения и агрохимии СО РАН**

В стационарном полевом опыте на серой лесной почве внесение калийных удобрений на фоне NP существенно увеличивало урожай и повышало качество клубней картофеля. Хлористый калий превосходил сульфат калия по эффективности действия на продуктивность картофеля, особенно в годы с дефицитным увлажнением, но заметно уступал по степени влияния на качество продукции. Наилучшее кулинарное качество клубней при их урожае около 200 ц/га обеспечивало внесение калия 90-120 кг/га в соотношении

N : K как 1 : 1-1,2. Дальнейшее увеличение доз обеих форм калийного удобрения (до 150 кг/га) сопровождалось ростом урожайности клубней с одновременным снижением их качества.

**Ключевые слова:** калийные удобрения, урожайность картофеля, качество клубней.

Калий, один из основных элементов минерального питания растений, выполняет важные агрохимические и экологические функции в агроценозах [1]. Необходимость оптимизации калийного состояния пахотных

почв показана в ряде работ [2-6]. Особое значение это имеет при выращивании культур, формирующих большой урожай углеводов и, соответственно, потребляющих значительные количества калия, таких как кукуруза, сахарная свекла, картофель и др.

Изучению влияния видов, доз и форм минеральных удобрений, вообще, и калийных, в частности, на урожай и качество картофеля посвящено значительное количество научных работ, выполненных в различных регионах [7-12 и др.]. В целом, чаще всего отмечаются противоречие между урожайностью картофеля и качеством его клубней, необходимость сбалансированного применения различных видов удобрений и оптимизации их доз, некоторое преимущество бесхлорных форм туков. Однако нередко приводятся и неоднозначные результаты влияния доз и форм удобрений на различные параметры качества картофеля. Определенная противоречивость литературных данных связана, очевидно, с различиями в почвенно-климатических и агротехнических условиях проводимых опытов. В земледельческой зоне Западной Сибири число работ по изучению влияния уровня калийного питания картофеля на урожай и качество клубней крайне ограничено, что обуславливает целесообразность проведения подобных исследований. Актуальность этих работ в последнее время возрастает в связи с низким и несбалансированным применением минеральных удобрений в земледелии региона.

Цель наших исследований – изучить в полевом стационарном опыте влияние уровня калийного питания (на фоне NP) картофеля на урожайность и качество клубней в условиях лесостепи Западной Сибири.

Исследования по влиянию баланса калия в агроценозе на калийное состояние почвы и урожайность культур проводят в стационарном полевом опыте, заложенном в 1988 г. на серой лесной среднесуглинистой почве. Опыт расположен на научном стационаре ИПА СО РАН в лесостепной зоне Западной Сибири. В 2013-2016 гг. в опыте изучали влияние доз и форм калийных удобрений

на урожай и качество картофеля. Схема опыта приведена в таблице 1. Дозы вносимых минеральных удобрений под картофель составляли: азота – 100, фосфора – 60 кг д.в./га, калия в вариантах с 3 по 7, соответственно, 30; 60; 90; 120 и 150 кг/га. Дозы N, P и K<sub>4</sub> рассчитаны на компенсацию выноса элементов планируемым урожаем клубней в 200 ц/га с учетом побочной продукции. Минеральные удобрения вносили ежегодно весной перед высадкой клубней: азот – в форме Naа, фосфор – Рсд, калий – в одной части опыта – Кх, в другой – Кс. Повторность опыта – четырехкратная. Выращивали средний сорт Роко, включенный в Государственный реестр селекционных достижений для Западно-Сибирского региона. Почвенные и растительные образцы на анализ отбирали во время уборки урожая и анализировали стандартными, общепринятыми методами [13-15].

Различная интенсивность использования минеральных удобрений в вариантах проводимого опыта соответствующим образом отразилась на эффективном плодородии почвы. В контрольном варианте наблюдался сильный дефицит всех основных макроэлементов, в фоновом – калия. В вариантах опыта с сильным калийным дефицитом содержание обменного калия в почве снизилось до стабильного, «минимального» уровня [2, 5, 6] и не отражало убыль почвенных запасов элемента в связи с их потреблением культурой. Растения, выращиваемые на почве с «минимальным» уровнем обменного калия, испытывали явный дефицит этого элемента, что самым негативным образом влияло на их рост и развитие. По мере роста доз вносимых калийных удобрений, содержание обменного калия в почве закономерно увеличивалось (табл. 1); использование сульфата калия обеспечивало несколько более высокий уровень этого катиона в почве по сравнению с хлоридом. В научной литературе имеются данные [16] об увеличении подвижности калия и содержания его легкорастворимых форм в почве под влиянием серосодержащих удобрений.

1. Урожайность клубней и содержание обменного калия в почве

Вариант опыта	Урожайность, ц/га										Обменный калий, мг/100 г	
	2013 г.		2014 г.		2015 г.		2016 г.		В среднем			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Без удобрений	95		90		63		72		80		6,3	
NP	142		115		85		78		103		6,3	
NP+K <sub>1</sub>	180	201	124	140	87	87	94	99	121	132	9,9	9,3
NP+K <sub>2</sub>	283	242	181	147	113	113	107	114	171	154	11,6	13,8
NP+K <sub>3</sub>	307	245	225	163	153	142	166	127	213	169	16,9	19,1
NP+K <sub>4</sub>	310	257	270	185	183	154	215	166	245	191	21,5	23,0
NP+K <sub>5</sub>	322	268	290	194	234	175	208	161	264	200	33,2	38,4
НСР <sub>05</sub>	53		42		44		55				3,7	

Примечание. 1- калийные удобрения в форме KCl, 2 – в форме K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (здесь и в табл. 2).

Урожайность картофеля в опыте существенно варьировала по годам в зависимости от гидротермического режима вегетационного периода. Так, погодные условия лета 2013 г. были теплыми и влажными, а в остальные годы – в той или иной степени жаркими и засушливыми, что отразилось на продуктивности картофеля. Однако при любых погодных условиях наивысшая урожайность клубней была получена при оптимизированном и сбалансированном минеральном питании растений (варианты NPK<sub>3,5</sub>). Результаты опыта также свидетельствуют, что одностороннее внесение NP-удобрений в почву с истощенным калийным фондом

совершенно неэффективно, на продуктивности выращиваемого картофеля это практически не отражается. Эффективность разных форм калийных удобрений зависела от их доз (см. табл. 1). При невысоких дозах (30-60 кг/га) эффективность сульфата калия несколько превосходила хлорид или равнялась ему. При применении повышенных доз калийных удобрений (90-150 кг/га), хлористый калий был предпочтительней, особенно в годы с относительно дефицитным увлажнением. Это связано, вероятно, с физиологической ролью хлора, который влияет на оводненность тканей растений и повышает их водоудерживающую способность [3].

## 2. Изменение качества клубней в зависимости от доз и форм калийных удобрений

Вариант опыта	Сухое вещество, %		Крахмал, %		Сахара, %		Витамин С, мг%		Вкус, баллы	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Без удобрений	23,8		16,8		0,67		14,2		3,2	
NP	22,3		16,1		0,81		13,1		2,8	
NP+K <sub>1</sub>	22,2	23,8	16,4	17,5	0,77	0,78	12,3	13,2	3,0	3,3
NP+K <sub>2</sub>	22,2	23,5	17,8	18,7	0,73	0,73	13,8	15,4	3,0	3,4
NP+K <sub>3</sub>	22,7	25,3	18,6	19,5	0,74	0,77	13,5	14,5	3,2	3,5
NP+K <sub>4</sub>	22,8	26,1	18,2	18,6	0,75	0,72	13,6	14,5	3,1	3,5
NP+K <sub>5</sub>	23,3	26,0	16,4	18,2	0,68	0,69	13,1	14,8	2,8	3,4
HCP <sub>05</sub>	1,7		2,1		0,15		1,4		0,3	

Главным пищевым компонентом картофеля являются углеводы, составляющие основную часть сухого вещества клубней. В контрольном варианте опыта в клубнях содержалось около 24% сухого вещества (табл. 2). Одностороннее применение NP-удобрений (фоновый вариант) на почве с довольно истощенным калийным фондом заметно снизило этот показатель (на 1,5 процентных пункта – п.п.). При внесении возрастающих доз KCl содержание сухого вещества в клубнях картофеля оставалось на уровне фоновом варианте. Однако, учитывая кратное увеличение урожая клубней при оптимизации минерального питания картофеля (варианты NPK, табл. 1), очевидно, что сбор углеводов с единицы площади существенно вырос. Использование сульфата калия сопровождалось существенной интенсификацией накопления углеводов в клубнях, как по сравнению с фоновым вариантом NP, так и относительно вариантов с KCl (см. табл. 2). В вариантах NPK<sub>3,4</sub> (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) содержание сухого вещества в клубнях возросло на 3,0-3,8 п.п. по сравнению с фоном и на 2,7-3,3 – по сравнению с аналогичными вариантами с KCl.

Потребительские качества картофеля разного назначения определяются главным образом содержанием в клубнях крахмала, которое достаточно тесно коррелирует с количеством сухого вещества. Содержание крахмала в клубнях (как и сухого вещества) во многом определяется агротехническими условиями их выращивания, в том числе уровнем и сбалансированностью минерального питания, и изменяется от 10 до 30%, в среднем равняясь 18-19% от сырой массы клубней [7, 8 и др.]. В контрольном варианте опыта содержание крахмала в клубнях составляло около 17%. Следует отметить довольно истощенное эффективное плодородие почвы данного варианта, связанное с ее длительным экстенсивным использованием. Одностороннее NP-удобрение в фоновом варианте (при сильном дефиците калия) несколько снизило крахмалистость клубней. По мере оптимизации калийного состояния почвы при внесении возрастающих доз калия в вариантах NPK, содержание крахмала в картофеле увеличивалось. Наивысшая крахмалистость клубней в опыте отмечалась в варианте NPK<sub>3</sub> – около 19%; дальнейшее повышение доз вносимого калия (K<sub>4</sub> и K<sub>5</sub>) сопровождалось постепенным снижением содержания крахмала в картофеле. Сравнительная оценка влияния разных форм калийного удобрения на накопление крахмала в клубнях показала (см. табл. 2), что сульфат калия, в целом, оказывал более благоприятное действие на этот процесс по сравнению с хлоридом. При внесении эквивалентных доз сульфата и хлорида калия в соответствующих вариантах опыта разница в содержании крахмала в клубнях доходила до 1 п. п. Следовательно, хлор в составе хлорида калия, повышая оводненность тканей, способствовал увеличению общего урожая клуб-

ней и, вероятно, некоторой задержке их физиологического созревания, но, тем самым, несколько замедлял накопление сухого вещества и крахмала по сравнению с сульфатом.

Различная интенсивность использования минеральных удобрений (доз и форм) в вариантах опыта слабо отразилась на содержании редуцирующих сахаров в клубнях картофеля; статистически значимых различий по этому показателю между вариантами не выявлено. Однако можно отметить очевидную тенденцию к увеличению содержания сахаров в клубнях фоновом варианте по сравнению с контрольным и некоторое снижение этого показателя при внесении возрастающих доз калия на фоне NP.

Картофель – важный источник витаминов, из которых в наибольшем количестве присутствует витамин С (аскорбиновая кислота); его содержание зависит от ряда факторов и варьирует от 5 до 50 мг/100 сырого вещества [7, 8]. Содержание витамина С в клубнях в варианте NP опыта несколько снижалось по сравнению с контрольным вариантом (см. табл. 2). Дополнительное внесение KCl на фоне NP мало изменило концентрацию витамина С в клубнях, однако отмечалась явная тенденция к снижению его уровня при повышении доз хлористого калия. Использование невысоких (30-60 кг/га) доз сульфата калия на фоне NP существенно повышало содержание аскорбиновой кислоты в клубнях; дальнейшее увеличение доз этой формы калийного удобрения сопровождалось в целом снижением концентрации витамина С в картофеле.

Пищевое использование картофеля обуславливает настоятельную необходимость учета не только биохимического и минерального состава клубней, но и их кулинарного качества. В ранее опубликованных работах содержатся, зачастую, противоположные оценки влияния минеральных удобрений, отдельных макроэлементов и их сочетаний на кулинарное качество картофеля [7, 8, 17, 18 и др.]. Очевидно, это связано с различным уровнем содержания в почве конкретного опыта того или иного макроэлемента: при его дефиците, дополнительное оптимальное внесение положительно отразится на всех показателях; а при повышенном содержании в почве «лишнее» и, тем более, несбалансированное количество внесенного элемента уже не пойдет на пользу.

Особо следует подчеркнуть, что во многих работах лучшие кулинарные качества картофеля, в том числе вкус, отмечаются при его выращивании без использования минеральных удобрений. Однако, чаще всего это результаты краткосрочных опытов, заложенных на относительно плодородных почвах. В современных реалиях практического земледелия плодородие пахотных почв на больших площадях существенно истощено в связи с многолетним сильнодефицитным балансом всех

элементов минерального питания растений. Поэтому формируемое мнение о получении наиболее качественной растительной продукции при условии неприменения минеральных удобрений далеко не всегда обосновано и справедливо.

Кулинарные качества картофеля в опыте определяли по традиционной методике [17, 18 и др.], используя 5-балльную шкалу. Оценивали: вкус вареных клубней (5 баллов – отличный, 1 – плохой), развариваемость (5 баллов – не разваривается, кожура целая, 1 – клубень распадается), мучнистость (5 баллов – очень мучнистый, 1 – восковидный), влажность (5 баллов – сухой, 1 – водянистый), консистенция (5 баллов – мягкая, нежная, 1 – плотная). Для дегустации картофель варили 20 мин в кипящей воде без соли.

Дегустация исследуемого картофеля, проведенная группой экспертов, показала, что использование NP-удобрений в фоновом варианте при сильном дефиците калия существенно ухудшило вкус клубней по сравнению с контрольным вариантом (см. табл. 2). Характер действия дополнительно вносимых калийных удобрений на вкусовые качества клубней зависел от доз и форм этих удобрений. Применение невысоких (30-60 кг/га) доз сульфата и хлорида калия слабо повлияло на вкусовые качества картофеля относительно неудобренной почвы, но по сравнению с фоновым вариантом позволило значительно улучшить вкус клубней (особенно при использовании сульфата калия в дозе 60 кг/га). Наилучшими пищевкусовыми качествами в нашем опыте характеризовались клубни, выращенные в варианте NPK<sub>3</sub>. Положительное действие сульфата калия было выше: его внесение существенно улучшало вкус картофеля по сравнению как с фоновым вариантом, так и с контрольным; хлорид калия оказывал заметное положительное влияние на вкус клубней только по сравнению с фоном. Внесение повышенной дозы разных форм калийного удобрения (NPK<sub>5</sub>) сопровождалось ухудшением вкуса клубней.

Другие показатели кулинарного качества клубней в вариантах опыта изменялись. Наилучшей развариваемостью отличались клубни в варианте NPK<sub>3</sub> (около 3 баллов), в вариантах NPK<sub>2</sub> и NPK<sub>4</sub> – несколько меньше (4 балла), в остальных вариантах клубни не разваривались (5 баллов). Наиболее влажными (водянистыми) были клубни в вариантах NP и NPK<sub>5</sub> (3 балла), а самыми сухими – NPK<sub>3</sub> (4,5 балла), в остальных вариантах – около 4-баллов. Наилучшая консистенция мякоти клубней отмечалась в вариантах NPK<sub>3,4</sub>, в остальных вариантах она была заметно плотнее и примерно одинаковой. Наиболее мучнистым был картофель в вариантах NPK<sub>2,3</sub> – 4 балла, чуть хуже – в NPK<sub>4</sub> (3,8 баллов), в остальных вариантах – 3 балла.

Следовательно, по комплексу показателей лучшими кулинарными качествами обладали клубни картофеля, выращенные в варианте NPK<sub>3</sub> с применением сбалансированных доз минеральных удобрений. Выращивание картофеля с использованием NP-удобрений при сильном дефиците калия, а также при внесении высоких доз калийного удобрения на фоне NP, существенно ухудшало кулинарное качество клубней. Следует отметить, что пищевкусовые свойства клубней были выше при применении сульфата калия, по сравнению с хлоридом, тогда как урожайность – наоборот. В этой связи, учитывая экономическую составляющую – значительно более высокую стоимость сульфата калия – выбор при-

оритетов при использовании той или иной формы калийного удобрения под картофель зависит от конкретного производителя и целевого назначения картофеля (пищевое, кормовое или техническое). Бесспорно одно – без использования рациональных доз калия совместно с NP не удастся получить достойный урожай картофеля с хорошим качеством клубней.

**Заключение.** Результаты исследований свидетельствуют, что оптимизация уровня калийного питания (на фоне NP) в агроценозе не только существенно увеличивает урожайность картофеля, но и заметно улучшает качество клубней. Для почвенно-климатических условий проведения опыта оптимальной дозой калия при выращивании картофеля столового назначения можно считать 90-120 кг д.в/га в соотношении N : P : K равном 1 : 0,5-0,6 : 1-1,2. Прибавка урожая картофеля от применения хлористого калия была заметно выше по сравнению с его сульфатом, особенно в относительно засушливые годы. В то же время, кулинарное качество клубней, содержание в них сухого вещества и крахмала было выше при использовании сульфата калия. Применение повышенных доз калийных удобрений (150 кг/га) в условиях опыта приводило к дальнейшему росту продуктивности картофеля, но снижало крахмалистость клубней и их кулинарное качество. В целом, безальтернативность применения калийных удобрений при выращивании картофеля не вызывает сомнений, а выбор их используемых форм и доз определяется экономической составляющей вопроса и целевым назначением продукции (пищевое, кормовое или техническое).

#### Литература

1. Минеев В.Г. Агрохимия и экологические функции калия. - М.: Изд-во МГУ, 1999. - 332 с.
2. Никитина Л.В., Соколова Т.А., Якименко В.Н. и др. Методические подходы при разработке параметров калийного режима пахотных почв. Бюллетень Геосети. Вып. 12 / Под ред. акад. В.Г. Сычева. - М.: ВНИИА, 2011. - 40 с.
3. Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. - М.: Ледум, 2000. - 185 с.
4. Сычев В.Г. Возможности совершенствования градаций содержания «доступного» калия // Агрохимический вестник. - 2000. - № 5. - С. 30-34.
5. Якименко В.Н. Калийный фонд почвы в агроценозах Западной Сибири // Плодородие. - 2002. - № 2. - С. 26-28.
6. Якименко В.Н. К вопросу оценки калийного состояния почв агроценозов // Плодородие. - 2009. - № 4. - С. 8-10.
7. Картофель России / Под ред. Коршунова А.В. - М.: ВНИИКС, 2003. В 3-х кн. - 1535 с.
8. Власенко Н.Е. Удобрение картофеля. - М.: Агропромиздат, 1987. - 219 с.
9. Убугунов Л.Л., Меркушева М.Г., Будаев Б.Х. Влияние возрастающих доз калийных удобрений на урожайность, качество, сохранность картофеля // Агрохимия. - 2005. - №3. - С. 44-54.
10. Чухина О.В., Жуков Ю.П. Урожайность и качество клубней картофеля при применении удобрений в Вологодской области // Агрохимия. - 2014. - №6. - С. 29-34.
11. Якименко В.Н. Эффективность уровня калийного питания картофеля // Плодородие. - 2005. - № 5. - С. 11-13.
12. Якименко В.Н. Длительность последействия калийных удобрений на урожайность картофеля и калийное состояние почвы // Плодородие. - 2015. - № 2. - С. 11-13.
13. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. - Л.: Агропромиздат, 1987. - 430 с.
14. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева. - М.: Изд-во МГУ, 1989. - 304 с.
15. Муравин Э.А., Обуховская Л.В., Ромодина Л.В. Практикум по агрохимии. - М.: КолосС, 2005. - 288 с.
16. Вальников И.У. Действие серосодержащих удобрений на агрохимические свойства серых лесных почв // Агрохимия. - 1981. - № 8. - С. 58-63.
17. Веселовский И., Бойкова Е. Химический состав и вкус картофеля // Картофель и овощи. - 1972. - № 6. - С. 15-16.
18. Белоус Н.М. Влияние удобрений на урожайность и кулинарные качества картофеля // Агрохимия. - 1995. - № 10. - С. 55-61.

*In stationary field experiments on gray forest soil, potash fertilizers on the background of NP significantly increased the yield and improved the quality of potato tubers. Potassium chloride was superior to potassium sulfate in efficiency for the productivity of potato, especially in the years of deficient moisture, but it is noticeably inferior in terms of the impact on crop quality. The best culinary quality of tubers and a yield of about 200 kg/ha were obtained at the application of 90–120 kg potassium/ha at the ratio N : K = 1 : (1–1.2). Further increase in doses of both potassium fertilizers (to 150 kg/ha) increased the yield of tubers but reduced their quality.*

*Keywords: potash fertilizers, potato yield, tuber quality.*

УДК 635.112:631.82

## МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ СТОЛОВОЙ СВЁКЛЫ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

**В.В. Бородычев, акад. РАН, ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова,  
Е.Е. Михайлова, Волгоградский ГАУ**

*Представлены результаты полевых опытов по минеральному питанию столовой свеклы при капельном орошении, обеспечивающие при поддержании водного и питательного режимов получение до 90 т/га корнеплодов.*

*Ключевые слова: капельное орошение, фертигация, столовая свёкла, удобрения, доза внесения, урожайность.*

Современные технологии выращивания столовой свёклы с использованием капельного орошения открывают возможность внесения удобрений с поливной водой (фертигация), что позволяет осуществлять это дробно в дозах, соответствующих потребностям растений на разных стадиях вегетации. Это значительно повышает эффективность использования водных ресурсов и применения минеральных удобрений [1, 2].

Фертигация при выращивании столовой свёклы в условиях жаркого климата изучена недостаточно. Определенные мнения имеются и по таким вопросам, как эффективность предпосадочного внесения минеральных удобрений, количество элементов питания, необходимых для получения единицы продукции, выбор наиболее оптимальных видов минеральных удобрений, планирование схемы распределения элементов минерального питания в процессе онтогенеза. Несомненно, выводы и рекомендации вполне объяснимо, так как они в значительной степени зависят от таких факторов как применение той или иной технологии полива, почвенно-климатических условий, биологических особенностей выбранного сорта или гибрида [3]. Последние исследования ученых разных стран говорят о неэффективности применения стартовых удобрений в повышенных дозах. Преобладает тенденция к увеличению доли удобрений, вносимых методом фертигации в период роста и развития растений. В основном это касается азотных и калийных удобрений. Рациональное распределение этих элементов по периодам вегетации позволяет снизить дозы удобрений на производство единицы продукции, является важным инструментом получения запланированных урожаев высокого качества и значительной экономии дорогостоящих удобрений, применяемых при капельном орошении [4, 5].

В Волгоградской области столовую свеклу выращивают на площади более 360 га, а средняя урожайность

корнеплодов не превышает 25 т/га. Исследования по возделыванию свеклы на почвах Нижнего Поволжья, проведенные Мелиховой Е.В., Жидковым В.М., Храпченко А.В., Кузнецовой Н.В., Степановой Н.Е. [6–10], подтвердили эффективность орошения при выращивании этой культуры. Однако вопросы рационального и эффективного внесения минеральных удобрений на посевах столовой свеклы остаются весьма актуальными.

Цель исследований - обоснование режимов капельного орошения и доз минерального питания столовой свёклы в почвенно-климатических условиях Нижнего Поволжья, обеспечивающих при поддержании водного и питательного режимов получение до 90 т/га корнеплодов стандартного качества.

**Методика.** Научная работа основана на полевых и лабораторных исследованиях, выполненных в Ленинском районе Волгоградской области. Их проводили на посевах столовой свеклы гибрида Ронда F1. Во всех вариантах опыта рельеф, почвенные, гидрологические условия были идентичными. Для исключения влияния почвенных разностей опыты закладывали в 4-кратной повторности методом расщепленных делянок.

Варианты водного режима почвы и режима минерального питания располагали поперек опытного участка. Размещение вариантов в пределах фактора рендомизированное. Общая площадь опытного участка 2 га. Площадь одного организованного повторения - 0,25 га. Площадь единичной делянки, включающей сочетание двух исследуемых факторов, - 80 м<sup>2</sup>. Форма и направление делянок, а также размеры защитных полос соответствовали требованиям общепринятых методик [11–13].

Правильный выбор видов удобрений и потребность в них зависят не только от культуры, обусловленной ее биологией, но и в большей степени от водно-физических и агрохимических свойств почвы. Почвы опытного участка светло-каштановые тяжело- и среднесуглинистые. В среднем для расчетного слоя почвогрунта 0,0–0,4 м плотность сложения составляет 1,28 т/м<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость – 24,2 % массы сухой почвы. Плотность твердой фазы почвы равна 2,52–2,54 т/м<sup>3</sup>. Корнеобитаемый слой характеризуется низким содержанием гумуса с колебанием в пределах пахотно-