

УДК 635.11:(631.8+631.6)



ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ОРОШЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕПЛОДОВ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ

Гаплаев М.Ш.¹ – кандидат с.-х. наук, доцент Чеченского Государственного университета
Пивоваров В.Ф.² – академик РАН, доктор с.-х. наук, директор ВНИИССОК
Надежкин С.М.² – доктор биологических наук, зав. лаб. применения агрохимических средств в семеноводстве овощных культур, профессор

¹ Чеченский Государственный университет
г. Грозный, ул. Шерипова, 32
Тел. +7(8712) 29-55-58

² ГНУ Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур Россельхозакадемии
143080 Московская область, Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14
E-mail: nadegs@yandex.ru

В условиях полевого опыта установлены оптимальные уровни предполивной влажности почвы, густоты стояния растений и нормы минеральных удобрений, обеспечивающие получение максимальных урожаев свеклы столовой с хорошими показателями качества корнеплодов в условиях предгорной зоны Чеченской республики.

Ключевые слова: свекла столовая, фотосинтез, корнеплоды, урожайность, орошение, удобрения, влажность, нитраты.

Введение

Эффективное использование минеральных удобрений основано на поиске экономичных и экологически безопасных приемов и систем их применения с учетом почвенно-климатических, агротехнических и агроэкологических факторов, определяющих их эффективность (Кулаковская, 1990). В этой связи необходим комплексный подход к изучению взаимодействия удобрений с почвой и растением, их

влияния на плодородие почвы, урожайность, качество продукции, круговорот и баланс питательных веществ в агроценозах (Пивоваров, 2006).

Система питания растений свеклы столовой в условиях Северо-Кавказского региона изучена недостаточно. Нормы и дозы внесения удобрений применяют на основании исследований, проведенных в других регионах страны. В то же время сельскохозяйственное производство требует четко-

го установления рационального, научно-обоснованного применения удобрений в каждой природной зоне с целью получения высокой продуктивности при хорошем качестве корнеплодов.

Цель работы – определение оптимального уровня минерального питания для формирования максимальной урожайности товарных корнеплодов свеклы столовой сорта Бордо 237 в зависимости от густоты стояния растений при орошении.

Условия и методика исследований

Исследования проводили в 2008-2010 годах в ГУП Госхоз «Орджоникидзевский» Ачхой-Мартановского района, расположенном в предгорной зоне Чеченской республики. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный с нейтральной реакцией среды – $pH_{\text{ксл}}$ 6,9-7,0. Содержание гумуса по Тюрину в пахотном слое – 4,1-4,2%, щелочногидролизуемого азота по Корнфильду – 85-115 мг/кг почвы, подвижного фосфора по Труогу – 32-45 мг, обменного калия по Бровкиной – 310-380 мг/кг почвы.

Схема опыта: $(3 \times 3 \times 3) \times 3$ со следующими факторами и градациями:

Фактор А – предполивная влажность почвы: 1 – полив при влажности ниже 60% НВ, 2 – ниже 70%, 3 – полив при влажности ниже 80% НВ.

Фактор В – применение удобрений: 1 – без внесения удобрений, 2 – одинарная доза минеральных удобрений ($N_{40}P_{40}K_{40}$), 3 – двойная доза ($N_{80}P_{80}K_{80}$).

Фактор С – густота стояния растений свеклы столовой: 1 – 278 тыс. растений на 1 га, 2 – 463, 3 – 537 тыс. растений на 1 га.

Сроки посева свеклы столовой – 28-30 марта, площадь учетной делянки – 24 м², повторность 3-х кратная, размещение делянок последовательное.

Лабораторно-полевые опыты и технологические исследования проводили в соответствии с методикой постановки опытов в овощеводстве открытого грунта (Моисейченко и др., 1994).

Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли методом дисперсионного и регрессионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием пакета прикладных статистических программ «Statistica».

**Результаты и обсуждение**

Для получения высоких урожаев столовых корнеплодов необходимо учитывать закономерности изменений, характеризующих основные показатели фотосинтетической деятельности растений. Высокую биологическую и хозяйственную урожайность получают при оптимизации факторов, определяющих величину ассимиляционного аппарата и продолжительность его активной деятельности, а также производительность ассимиляционного потенциала – скорость фотосинтеза.

Индекс листовой поверхности посева (ИЛП) определяет активность поглощения солнечных лучей как основной фактор, от которого зависит величина биологического урожая. Рациональная система удобрений приводит к значительному нарастанию площади листьев овощных культур (Кулаева, 1973). Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) наибольшей величины достигает при оптимальной густоте стояния растений, с увеличением их числа на единице площади наблюдается снижение ЧПФ из-за

взаимного затенения листьев (Кефели, 1985).

Изучаемые агроприемы оказывают существенное влияние на величину площади листовой поверхности свеклы столовой (табл. 1). С повышением количества растений на единице площади с 278 до 537 тыс., ассимиляционная поверхность возрастает на неудобренном фоне с 16,83 до 23,72 тыс.м²/га, при внесении одинарной ($N_{40}P_{40}K_{40}$) дозы – с 20,80 до 27,12 тыс.м²/га и двойной – с 21,25 до 28,36 тыс.м²/га. При этом с повышением густоты стояния площадь листьев одного растения снижается, но не пропорционально увеличению количества растений на 1 га, а медленнее, что приводит к росту листовой поверхности на единицу площади в более загущенных посевах. В среднем за 2008-2010 годы первый уровень минерального питания способствовал росту листовой поверхности к концу вегетации на 3,29-3,40 тыс.м²/га или на 11,7 и 11,4%; второй – на 4,36-4,64 тыс.м²/га или на 12,3-11,9% соответственно в сравнении с контролем. На удобренных

1. Фотосинтетическая деятельность свеклы столовой в зависимости от сочетания технологических приемов, сорт Бордо 237, среднее за 2008-2010 годы

Дозы удобрений, кг/га д.в.	Густота стояния растений, тыс./га	Предполивная влажность почвы, % НВ	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, млн. м ² x сут/га	ЧПФ, г/м ² x сутки	Сухая биомасса, т/га
Без удобрения (контроль)	278	60	16,83	1,86	4,39	8,16
		80	21,92	2,06	4,90	10,09
	537	60	18,78	1,92	4,51	8,66
		80	23,72	2,15	5,06	10,88
Одинарная N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	278	60	20,80	2,20	4,92	10,82
		80	25,41	2,38	5,27	12,54
	537	60	22,07	2,29	5,16	11,82
		80	27,12	2,48	5,56	13,79
Двойная N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	278	60	21,25	2,21	4,95	10,93
		80	27,30	2,40	5,11	12,26
	537	60	23,14	2,30	5,02	11,55
		80	28,36	2,53	5,63	14,24

фонах рост площади листьев столовой свеклы прекращается при густоте посевов 537 тыс. в первой декаде сентября, а при размещении на 1 га 278 тыс. растений продолжается до конца сентября. На неудобренном фоне рост листьев прекращается при 537 тыс. растений /га во второй декаде августа, при 278 тыс. – в начале сентября.

Самая низкая величина фотосинтетического потенциала (ФП) характерна для неудобренного фона – 1,86-1,92 млн м² сут/га. При оптимальном обеспечении растений питательными веществами и водой в более загущенных посевах с самого начала вегетации отмечен быстрый рост листовой поверхности, а листья сохраняются в деятельном состоянии более длительное время, что и способствовало увеличению фотосинтетического потенциала.

Применение удобрений увеличивает ЧПФ в первый период вегетации на 25-30%, а концу вегетации разница между удобренными и не-

удобренными вариантами незначительна. При поддержании влажности почвы на уровне 70-80% НВ чистая продуктивность фотосинтеза на протяжении всего вегетационного периода выше, чем в вариантах без полива.

С повышением густоты стояния растений на единице площади, чистая продуктивность фотосинтеза столовой свеклы начинает снижаться с первой декады июня, когда листья сильно разрастаются и затеняют друг друга. Без применения удобрений, при размещении на 1 га 278 тыс. растений и влажности почвы 60% НВ, чистая продуктивность фотосинтеза столовой свеклы составила 4,39 г/м² в сутки, а при внесении удобрений в одинарной (N₄₀P₄₀K₄₀) и двойной дозе, влажности почвы 80% НВ и густоте стояния растений 537 тыс./га, этот показатель увеличился до 5,56-5,63 г/м² в сутки или на 13,5%.

Применение удобрений и поддержание оптимальной влагообеспеченности в течение вегетацион-

ного периода, использование рациональной густоты стояния растений в соответствии с генетическими потребностями конкретной культуры, сорта или гибрида – основа получения максимального урожая (Алмазов, Холуяко, 1986).

Действие изучаемых технологических приемов тесно взаимосвязано, между ними существует положительное взаимодействие, а суммарный прирост урожайности от их совместного действия значительно выше, чем при их раздельном применении.

Применение рациональных систем удобрения и поддержание оптимальной влажности почвы создает благоприятные условия для использования повышенной густоты стояния овощных культур, что позволяет получить значительную прибавку урожая. В овощеводстве основными, но легкоуправляемыми факторами воздействия на продуктивность культур являются такие приемы, как подбор оптимальных площадей питания и схем размеще-

2. Урожайность свеклы столовой в зависимости от использования удобрений и орошения при различной густоте стояния растений, т/га, среднее за 2008-2010 годы

Дозы удобрений, кг/га, д.в. (фактор А)	Густота стояния растений, тыс. шт./га (фактор В)	Влажность почвы, % НВ (фактор С)			Средняя по А, т/га %	Средняя по В
		60	70	80		
Без удобрения	278	21,2	23,4	23,7	24,2 100,0	30,3/100,0
	463	22,3	25,2	25,6		33,0/109,9
	537	23,2	26,6	27,0		33,6/110,9
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	278	29,1	36,0	36,1	36,3 150,0	
	463	30,4	40,8	41,0		
	537	31,6	41,0	40,8		
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	278	29,6	36,7	36,6	36,3 150,0	
	463	30,7	40,4	40,6		
	537	30,1	40,8	41,3		
Средняя по С		27,6	34,5	34,7		
		100,0	125,0	125,7		

НСР₀₅: A = B = C = 1,62

ния растений, а также водообеспеченность и минеральное питание. Действие указанных агроприемов взаимосвязано, так как каждый из приемов играет определенную роль в жизни растений, и полезное действие его проявляется только в комплексе с другими. Внесение удобрений при наличии достаточных запасов продуктивной влаги ускоряет рост, развитие и повышает урожайность, а при ее недостатке оказывается бесполезным и даже вредным (Пивоваров, 2006).

В наших исследованиях установлено, что между изучаемыми агроприемами существует положительное взаимодействие: прибавка урожайности от их совместного действия значительно выше, чем при раздельном применении. Так, без удобрения и орошения получено 23,2 т/га корнеплодов, а при поддержании предполивной влажности почвы 80% НВ, густоте стояния растений 537 тыс./га и при внесении

двойной дозы удобрений (N₈₀P₈₀K₈₀) получено 41,3 т/га корнеплодов, что на 18,1 т или 56,2% больше (табл. 2).

Внесение одинарной (N₄₀P₄₀K₄₀) дозы минеральных удобрений при относительно низкой (60% НВ) влажности почвы повышает урожайность свеклы до 29,1-31,6 т/га в зависимости от густоты стояния растений, а при 70 и 80% НВ соответственно до 36,0-41,0 и 36,1-40,8 т/га. Двойная доза удобрений не обеспечивает достоверную прибавку урожая независимо от количества растений на единице площади и влажности почвы на уровне 60-80% НВ. Аналогичные результаты получены и при возделывании отечественных сортов моркови столовой в условиях Центральной России (Терешонок, Надежкин, Калинин и др., 2009).

В среднем по остальным факторам, загущение посевов свыше 463 тыс. растений/га также не обеспечивает достоверную прибавку урожайности корнеплодов.

Статистическая обработка позволила установить, что на долю удобрений приходится 43% варьирования урожайности корнеплодов, уровня влажности почвы – 25%, густоты стояния растений – 11%, взаимодействия изучаемых факторов – 9% и погодных условий – 12%.

В зависимости от сочетания агроприемов существенно меняются товарность, средняя масса и сохранность корнеплодов свеклы столовой. Использование факториальной схемы планирования эксперимента позволило математически описать процессы формирования урожая и его качества в зависимости от изучаемых приемов.

Статистическая обработка экспериментальных данных и их графическое отображение позволили установить, что применение NPK в дозах (каждого элемента) свыше 60 кг/га не оказывает положительного влияния как на урожайность, так и на среднюю массу корнеплода (рис. 1). Выход стандартной (товарной) продукции с увеличением густоты

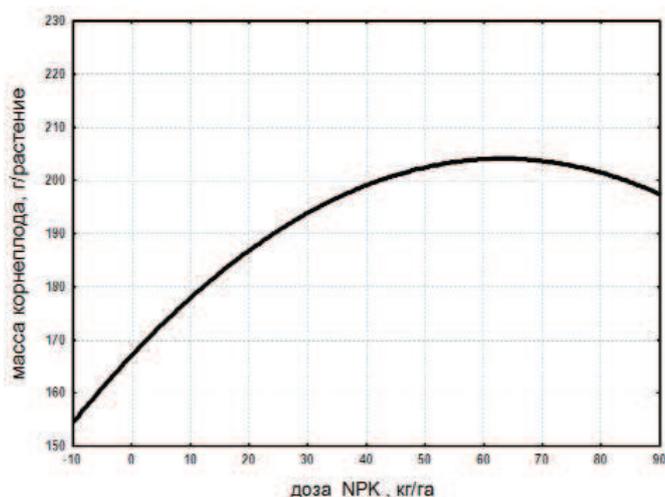
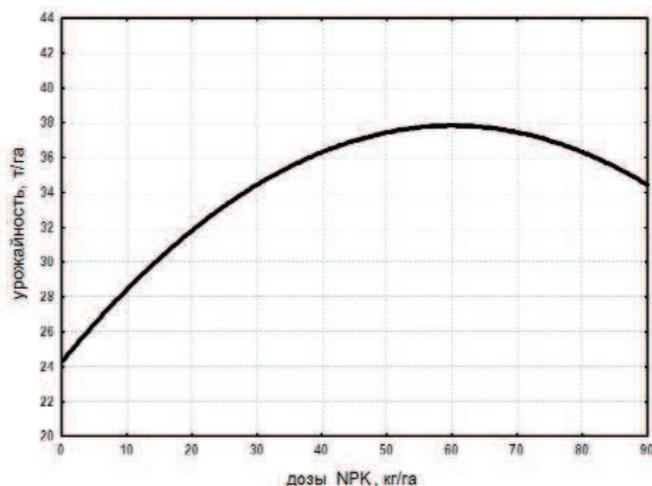


Рис. 1. Влияние удобрений (x) на урожайность (а) и среднюю массу корнеплода свеклы столовой (б), среднее за 2008-2010 годы.

$$a - Y = 24,24 + 0,45x - 0,0038x^2, R^2 = 0.821$$

$$б - Y = 167,1 + 1,17x - 0,0093x^2, R^2 = 0.777$$

стояния растений снижается по всем вариантам, а с увеличением влажности почвы и при внесении удобрений возрастает (рис. 2).

По мере загущения с 278 до 537 тыс./га содержание сухого вещества понижалось. Так, без внесения удобрений при низкой влажности почвы (60 % НВ) корнеплоды содержали при 278 тыс. растений/га 17,1% сухого вещества, а при 537 тыс. – 16,4%. В этом же варианте, но с влажностью 80 % НВ отмечено 15,6% сухого вещества при наименьшем загущении, 14,6% – при

наибольшем. Такая закономерность наблюдалась и на удобренных как одинарной, так и двойной дозой вариантов (рис. 3).

В зависимости от влажности почвы содержание сухого вещества в корнеплодах свеклы столовой снижается по мере ее возрастания с 60 до 80% НВ. На делянках, удобренных одинарной дозой, содержание сухого вещества было 18,0-18,5 % при низкой влажности, 16,2-17,3 % – при высокой, удобренных двойной дозой – соответственно 18,0-18,6 и 16,4-17,0%.

Следует отметить, что, несмотря на понижение содержания сухого вещества, при орошении выход его с единицы площади значительно выше, вследствие более высокой урожайности свеклы при поливах.

Основную часть сухого вещества в корнеплодах свеклы столовой занимают сахара, но под влиянием сочетания агроприемов их содержание неодинаково. В контрольном варианте без удобрения и орошения накопление сахаров составляло 11,5-11,6 %, при поливах – 11,0-11,1 %. Во 2 и 3-м вариантах, где

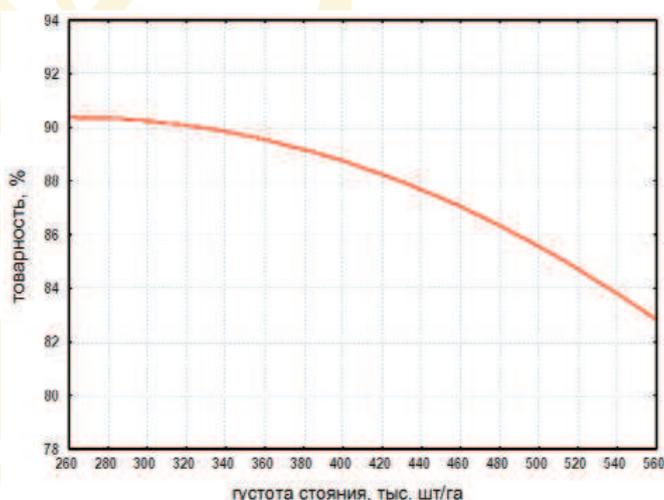


Рис. 2. Влияние густоты стояния растений (x) на товарность (y) корнеплодов свеклы столовой.

$$y = 84,52 + 0,044x - 0,000085x^2 \quad R^2 = 0,7029$$

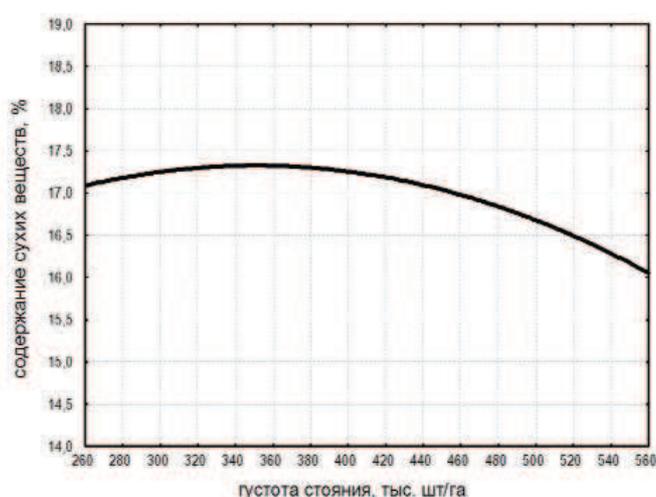


Рис. 3. Влияние густоты стояния растений (x) на содержание сухого вещества в корнеплодах свеклы столовой.

$$y = 13,76 + 0,0203x - 0,000029x^2 \quad R^2 = 0,625$$

вносили одинарную и двойную дозу удобрений, содержание сахаров возрастало соответственно до 12,0-12,6 и 13,0-13,7 % при низкой и до 11,6-12,0% при высокой влажности почвы. Густота стояния растений изменяет этот показатель незначительно.

Овощи – основной «поставщик» витаминов, сахаров, органических кислот в организм человека, но они могут стать и источником вредных веществ, так как в сбалансированном пищевом режиме на их долю приходится около 70% суточного поступления в организм нитратов. В то же время существует некоторый оптимальный уровень содержания нитратов в сельскохозяйственных культурах, необходимый для нормального протекания продукционного процесса. Растения могут хорошо расти и развиваться, если на нитраты приходится 0,5-1% сухого вещества. Снижение этого уровня приводит к падению урожайности, превышение неблагоприятно отражается на здоровье людей (Глунцов, 1990).

Предельно допустимое количество нитратов в корнеплодах свеклы столовой не должно превышать 1500 мг/кг. В наших исследованиях содержание нитратов в корнеплодах изменялось в зависимости от сочетания агроприемов с 537 до 836 мг/кг. Наибольшее их накопление

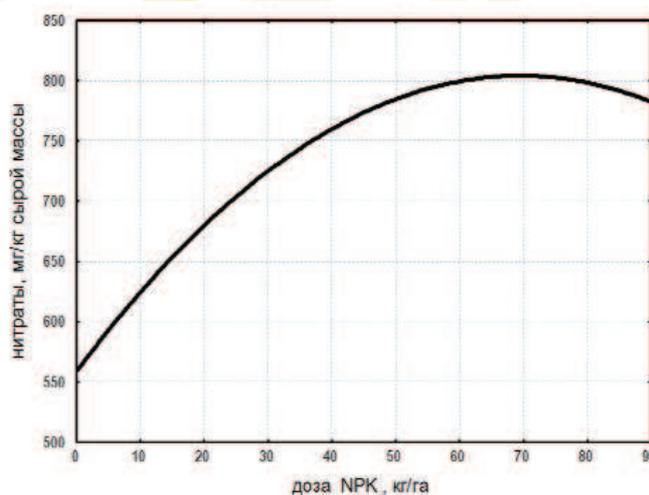


Рис. 4. Влияние удобрений (x) на содержание нитратов в корнеплодах свеклы столовой (y), среднее за 2008-2010 годы.

$$y = 558,9 + 7,05x - 0,051x^2, \quad R^2 = 0,981$$

отмечалось в вариантах с внесением двойной ($N_{80}P_{80}K_{80}$) дозы удобрений, густоте стояния растений 537 тыс./га и влажности почвы 60 % НВ, наименьшее – без внесения удобрений при густоте стояния 463 тыс./га и влажности 70% НВ. Статистически доказуемый рост содержания нитратов отмечен при применении удобрений (рис. 4).

Заключение

Таким образом, оптимизация сочетания приемов выращивания свеклы столовой способствует лучшему росту и развитию растений, более интенсивному прохождению процесса фотосинтеза и обеспечивает получение высоких урожаев с

хорошими товарно-хозяйственными качествами корнеплодов. Оптимальная густота стояния растений свеклы столовой при достаточном уровне питания и влагообеспеченности составляет 463 тыс. растений/га. Использование минеральных удобрений из расчета $N_{40}P_{40}K_{40}$ при оптимальных параметрах густоты стояния растений и влажности почвы обеспечивает получение 40,8-41,1 т/га моркови свеклы. Повышение предполивного уровня влажности с 70 до 80% НВ и применение повышенных доз минеральных удобрений не обеспечивает математически доказуемый рост урожайности корнеплодов свеклы столовой.

Литература

- Алмазов Б.Н., Холюяко Л.Т. Продуктивность культур севооборота и изменение агрохимических свойств почвы в зависимости от длительного применения удобрений // Научные труды Западно-Сибирской овоще-картофельной селекционной станции. – Вып. 5.- 1986. – С. 32-52.
- Глунцов А.Ф. Как снизить содержание нитратов в продукции // Картофель и овощи.- 1990.- № 1. – С. 24.
- Кефели В.И., Прусакова Л.Д. Химическая регуляция роста. – М.: Знание, 1985. – 97 с.
- Кулаева О.Н. Цитокины, их структура и функция. – М.: Наука, 1973. – 264 с.
- Кулаковская Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. – М.: Агропромиздат, 1990. – 219 с.
- Моисейченко В.Ф., Заверюха А.Х., Трифонова М.Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве. – М.: Колос, 1994. – С. 139-161.
- Пивоваров В.Ф. Овощи России. М.: ВНИИССОК, 2006.- 384 с.
- Терешонок В.И., Надежкин С.М., Калинин А.Н., Князьков М.Н., Шевченко Т.Е. Влияние особенностей выращивания на урожайность и качество корнеплодов моркови столовой // Овощи России, 2009.- № 4.- С. 81-83.