

УДК 631. 674

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СВОЙСТВА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Кузнецова Н.В., Степанова Н.Е.

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»,  
Волгоград, e-mail: nat\_stepanova@mail.ru

Светло-каштановые почвы Волгоградской области обладают сравнительно невысоким эффективным плодородием, при орошении происходит интенсивный вынос питательных веществ – в 1,5 раза больше, чем без орошения. Наиболее быстро истощается азотный фон, это связано с возрастанием минерализации, потерей гумуса и минеральных соединений азота. В проводимых нами исследованиях на посевах столовой свеклы рациональное применение удобрений способствовало более экономному использованию воды растениями, усилению их питания, повышению урожая и улучшению его качества, одновременно делая почву более плодородной. Цель исследований сводилась к разработке водосберегающих режимов орошения столовой свеклы за счет дифференциации предполивного порога влажности и глубины увлажняемого слоя почвы в период вегетации столовой свеклы, которые позволяли бы в сочетании с расчетными дозами минеральных удобрений получать запланированные урожаи при рациональном использовании материальных и энергетических ресурсов.

**Ключевые слова:** почва, столовая свекла, азот, фосфор, калий, удобрение, урожайность

## THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE PROPERTIES OF LIGHT-CHESTNUT SOILS OF THE VOLGOGRAD REGION

Kuznetsova N.V., Stepanova N.E.

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, e-mail: nat\_stepanova@mail.ru

Light-chestnut soils of the Volgograd region have relatively low effective fertility and under irrigation, there is an intensive removal of nutrients estimated 1.5 times higher than without irrigation. The nitrogen background is the most rapidly depleted; it is associated with increasing salinity, loss of humus and mineral compounds of nitrogen. In our research conducted on crops of beets, rational use of fertilizers contributed to more effective use of water by plants, strengthening their nutrition, increase yield and improve its quality, while making the soil more fertile. The purpose of the research was to develop water-saving irrigation modes beets through the differentiation of the predpolivnogo threshold humidity and depth of uvlažnâemogo soil layer in the growing beets, which would allow combined with calculated doses of mineral fertilizers to the planned harvests with a rational use of material and energy resources.

**Keywords:** soil, beetroot, nitrogen, phosphorus, potassium, fertilizer, yield

Урожайность сельскохозяйственных культур часто ограничивается недостатком питательных веществ, необходимых им в силу биологических потребностей. В ряде исследований, проведенных в зоне светло-каштановых почв, доказано, что при регулярном орошении главным фактором, лимитирующим продуктивность посевов сельскохозяйственных культур, является именно недостаток элементов питания в почве в доступной для растений форме.

В результате проведенных исследований нами обоснованы и экспериментально определены приемы оптимизации формирования запланированных урожаев столовой свеклы на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья в трехфакторном полевом опыте путем дифференциации по фазам роста и развития растений, предполивных порогов влажности почвы и глубины увлажняемого слоя с последовательным чередованием больших и малых поливных норм и внесения расчетных доз минераль-

ных удобрений. Фактор А – режим орошения. Назначение вегетационных поливов при дифференциации предела снижения влажности почвы по фазам роста и развития столовой свеклы по схеме: всходы – начало формирования корнеплода, начало формирования корнеплода – техническая спелость, техническая спелость – уборка урожая: 80–80–70% НВ (А<sub>1</sub>); 80–70–70% НВ (А<sub>2</sub>); 80–70–60% НВ (А<sub>3</sub>). Фактор В – глубина расчетного слоя увлажнения. Обеспечение заданных порогов влажности в слое почвы: 0,3 м (В<sub>1</sub>); 0,3 и 0,6 м (В<sub>2</sub>); 0,6 м (В<sub>3</sub>). Фактор С – дозы удобрений, рассчитанные на получение запланированного урожая (табл. 1): вариант С<sub>1</sub> – без удобрений (контроль); вариант С<sub>2</sub> – N<sub>128</sub> P<sub>70</sub> K<sub>58</sub> – 40 т/га; вариант С<sub>3</sub> – N<sub>192</sub> P<sub>105</sub> K<sub>87</sub> – 60 т/га; вариант С<sub>4</sub> – N<sub>256</sub> P<sub>140</sub> K<sub>116</sub> – 80 т/га; вариант С<sub>5</sub> – N<sub>320</sub> P<sub>175</sub> K<sub>145</sub> – 100 т/га. В комплексной взаимозависимости установлены параметры формирования урожая при различном сочетании урожаеобразующих факторов [1, 2, 3].

Подзона светло-каштановых почв Волго-Донского междуречья, полностью входит в состав Волгоградской области. Занимает она территорию северо-западного правобережья Волги. Южная граница природно-мелиоративной области проходит по трассе Волго-Донского судоходного канала им. В.И. Ленина и Цимлянскому водохранилищу.

Почвообразующие породы подзоны разнообразны как по возрасту, так и по минеральному составу. Рельеф региона не однороден. Светло-каштановые почвы Волго-Донского междуречья средне- и тяжелосуглинистые, слабосолонцеватые, сформированы в основном на лесовидных суглинках, которые иногда сменяются песками и супесями. Несолонцеватые почвы, составляющие небольшой процент, сформированы на породах более легкого механического состава или тяжелых суглинках, подстилаемых песком, супесями. Климат, где проводились исследования, характеризуется континентальностью, засушливостью и изменчивостью.

Согласно рекомендациям опытной станции программирования урожаев Волгоградской ГСХА коэффициент возмещения выноса азота с учетом слабой окультурен-

ности почв принимали – 1,0. В зависимости от степени обеспеченности почв  $P_2O_5$  и  $K_2O$  коэффициенты возмещения выноса питательных веществ растениями столовой свеклы были приняты следующие – 1,25 по фосфору и 0,25 по калию. На основании анализа предшествующих исследований в опыте был принят следующий вынос основных питательных веществ одной тонной продукции с учетом побочной по N – 4,5;  $P_2O_5$  – 1,6;  $K_2O$  – 7,0 кг.

Активная реакция почвенного раствора нейтральная или слабощелочная (рН 7,29–7,85). Подвижным фосфором почвы обеспечены средне (70,0 до 84,0 мг на 1 кг почвы), а обменным калием – высоко (311–346 мг на 1 кг почвы), запасы азота в почве – низкие. Содержание гумуса колеблется в пределах 0,70–2,21% с заметным убыванием вниз по профилю.

При расчете доз минеральных удобрений учитывали уровень планируемой урожайности, осредненный для почвенно-климатических условий Волго-Донского междуречья, вынос основных питательных веществ, коэффициенты возмещения выноса согласно методике профессора В.И. Филина (таблица).

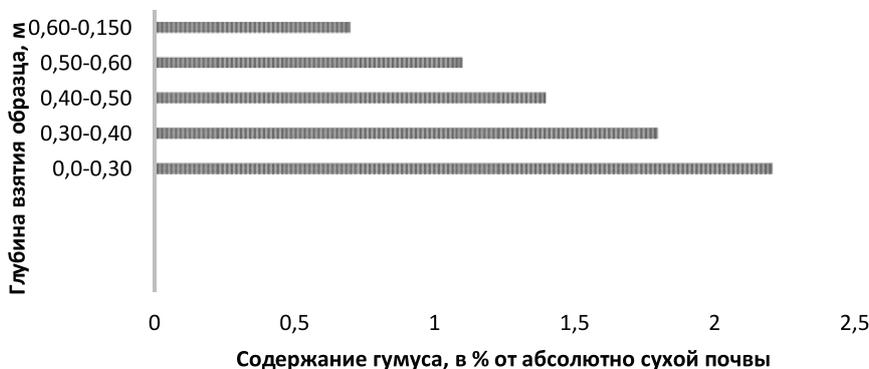


Рис. 1. Изменение содержания гумуса в 1,5-м слое почвы

Дозы внесения минеральных удобрений (NPK кг д. в./га) и системы их применения в полевых опытах в посевах столовой свеклы сорта Болтарди

| Доза минеральных удобрений (NPK кг д. в./га) | Планируемая урожайность, т/га | Система применения удобрений |                              |                                     |
|--|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
|  |                               | под основную обработку       | под предпосевную культивацию | подкормка в фазу 7 настоящего листа |
| Без удобрений                                | контроль                      | –                            | –                            | –                                   |
| $N_{128} P_{70} K_{58}$                      | 40                            | $P_{70} K_{58}$              | $N_{64}$                     | $N_{64}$                            |
| $N_{192} P_{105} K_{87}$                     | 60                            | $P_{105} K_{87}$             | $N_{96}$                     | $N_{96}$                            |
| $N_{256} P_{140} K_{116}$                    | 80                            | $P_{140} K_{116}$            | $N_{128}$                    | $N_{128}$                           |
| $N_{320} P_{175} K_{145}$                    | 100                           | $P_{175} K_{145}$            | $N_{160}$                    | $N_{160}$                           |

Для оценки питательного режима светло-каштановой почвы Городищенского района ежегодно на каждом варианте полевых опытов отбирались образцы пахотного (0,0–0,30 м) и подпахотного (0,30–0,60 м) слоев почвы перед посевом и после уборки последнего урожая корнеплодов (рис. 2). Все образцы почвы были проанализированы на содержание аммонийного ( $N-NH_4^+$ ) и нитратного ( $N-NO_3^-$ ) азота. Наличие запасов минерального азота (N) в корнеобитаемом слое почвы равно сумме аммонийного и нитратного азота ( $N-NH_4^+ + N-NO_3^- = N$ ). В этих же образцах почвы было определено содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) и калия ( $K_2O$ ).

К началу июня на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья, благодаря своевременно разделанной, хорошо аэрируемой рыхлой почве, проведению предпосевного и провокационного поливов, на поле нет сорной растительности, интенсивно протекают процессы аммонификации и нитрификации. В почве накапливалось большое количество минерального N. Мы изучали три варианта режима орошения почвы: 80–80–70% НВ, 80–70–70% НВ, 80–70–60% НВ.

По данным многих исследователей, установлено, что эффективность повышенных доз удобрений резко возрастает при оптимальном поливном режиме. Н.К. Балябо, С.Г. Васильева и А.И. Зверева (1969) отмечали тесную связь между эффективностью повышенных доз удобрений и поливным режимом. Авторы сделали вывод, что при взаимодействии удобрений и поливов проявляется общая закономерность, в силу которой для получения полного эффекта от повышенных доз удобрений необходимо поддерживать и более высокий уровень влажности [4, 5, 6].

В изучаемых нами вариантах фосфорные и калийные удобрения вносили под основную обработку, 1 подкормку аммиачной селитрой (1/2) проводили при посеве, с семенами, это давало эффективное распределение удобрений в пахотном слое и обеспечивало питание свекловичных растений, так как при отсутствии развитой корневой системы использование основного удобрения ограничено, 2 подкормку проводили (1/2) с поливной водой в фазу 7 настоящего листа. Фосфорные и калийные удобрения вносили под основную обработку, вследствие слабой подвижности фосфора в почве и ограниченном передвижении калия в почве.

При поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80–80–70% НВ

содержание минерального азота перед посевом в варианте без использования удобрений за годы исследований было значительно ниже, по сравнению с вариантами  $N_{128}P_{70}K_{58}$ ,  $N_{192}P_{105}K_{87}$ ,  $N_{256}P_{140}K_{116}$ ,  $N_{320}P_{175}K_{145}$  и составляло 18,2 мг/кг в пахотном слое почвы и 17,6 мг/кг в подпахотном. К концу вегетации столовой свеклы запасы минерального азота на светло-каштановой почве резко уменьшались на всех изучаемых вариантах в 2,2 раза на контроле до 4 раз при внесении  $N_{320}P_{175}K_{145}$  в пахотном слое почвы, а в подпахотном в 1,5–3,5 раза.

Анализируя полученные данные, наилучшие условия азотного питания растений в начальный период вегетации (после посева) в изучаемых вариантах опыта в годы исследований удалось создать при внесении  $N_{192}$ ,  $N_{256}$ ,  $N_{320}$  в пахотном слое почвы – от 32,6 до 37,3 мг/кг (более 30 мг N/кг почвы).

Внесение фосфорных удобрений от 70 до 175 кг/га в составе полного минерального удобрения ( $P_{70}$ ,  $P_{105}$ ,  $P_{140}$ ,  $P_{175}$ ) способствовало увеличению концентрации подвижных фосфатов в пахотном слое почвы от 26,8 до 41,8 мг/кг. Потребление фосфора растениями столовой свеклы в процессе формирования корнеплода приводило к уменьшению концентрации подвижных форм фосфора преимущественно в пахотном слое почвы. Так, на контроле перед посевом содержание подвижного фосфора в пахотном слое составляло 20,3 мг/кг, в подпахотном 14,4 мг/кг, а после уборки урожая от 16,1 мг/кг в пахотном слое до 10,2 мг/кг в подпахотном. В варианте при повышенной дозе внесения фосфора ( $P_{175}$ ) перед посевом содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы было 41,3 мг/кг, в подпахотном 19,2 мг/кг, а к уборке 32,3 мг/кг (0,0–0,3 м) и 17,6 мг/кг (0,3–0,6 м). Потребление подвижного фосфора в остальных вариантах ( $P_{70}$ ,  $P_{105}$ ,  $P_{140}$ ) принимало промежуточное значение между контролем и  $P_{175}$ .

В результате исследований (2005–2007 гг.) по полученным данным наилучшие условия фосфорного питания в первый период вегетации (после посева) в пахотном слое на светло-каштановых почвах были созданы в вариантах при внесении  $P_{105}$ ,  $P_{140}$ ,  $P_{175}$  (более 30 мг/кг  $P_2O_5$ /кг почвы).

Концентрация подвижного калия на светло-каштановой почве опытного поля высокая. Так, на контроле концентрация подвижного калия в пахотном слое почвы составляла 334–336 мг/кг, а в подпахотном 303–307 мг/кг. В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что на всех изучаемых вариантах перед посевом

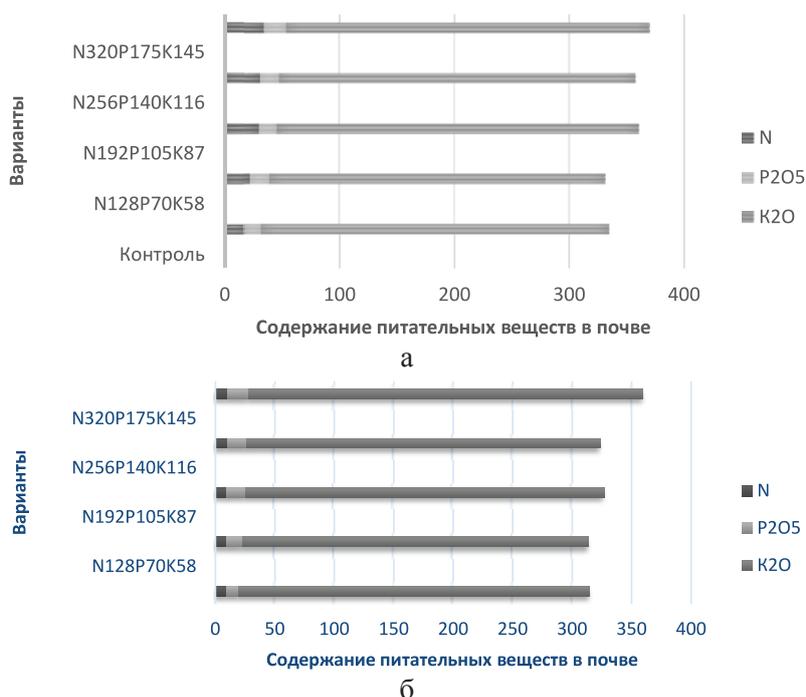


Рис. 2. Содержание питательных веществ в светло-каштановой почве (80–80–70% НВ):  
а – перед посевом; б – после уборки урожая

столовой свеклы обеспеченность калием была вполне достаточной, для формирования высоких урожаев корнеплодов столовой свеклы – от 356–358 мг/кг в пахотном слое почвы при внесении  $K_{58}$  до 414–419 мг/кг при  $K_{175}$ . После уборки урожая содержание подвижного калия незначительно уменьшалось на изучаемых вариантах до 302–315 мг/кг в пахотном слое почвы на контроле, и до 384–399 мг/кг при внесении  $K_{175}$  (в слое 0,0–0,3 м).

При снижении предполивной влажности почвы до 80–70–70% НВ и 80–70–60% НВ содержание подвижных форм азота, фосфора и калия было большим на изучаемых вариантах по сравнению с уровнем 80–80–70% НВ. После уборки урожая корнеплодов столовой свеклы в пахотном слое содержание питательных веществ увеличилось по азоту (N) – на 1,2–1,5 мг/кг, по подвижному фосфору ( $P_2O_5$ ) – на 1,1–2,1 мг/кг, по ( $K_2O$ ) – на 8–15 мг/кг.

Увеличение содержания подвижных форм минеральных удобрений наблюдалось при уменьшении предполивной влажности почвы (70–60% НВ), так как при недостатке оросительной воды уменьшалась растворимость удобрений и поглощение растворимых питательных веществ корневой системой. При недостатке оросительной воды азот накапливается в пахотном слое почвы и оказывает негативное влияние на рост и развитие растений столовой свеклы. Медленнее происходит переход фосфора в усвояемые формы для растений при недостатке воды, в результате фосфор накапливается в почве в наименее доступной

для растений форме. При переменном увлажнении и подсушивании почвы калий накапливается в почве в обменной форме.

Таким образом, для рационального применения повышенных доз удобрений, при получении планируемых урожаев столовой свеклы на светло-каштановых почвах, необходимо поддерживать влажность почвы на уровне 80–80–70% НВ, так как при этом увеличивается усвояемость питательных веществ растениями и это способствует лучшему развитию корневой системы.

#### Список литературы

1. Григоров М.С. Основные элементы методики полевого опыта в условиях орошения / М.С. Григоров, С.М. Григоров, С.В. Федотова // Использование инновационных технологий для решения проблем АПК в современных условиях: материалы Международной научно-практической конференции / Волгогр. гос. с.-х. акад. – 2009. – Т. 1. – С. 251–255.
2. Кузнецова Н.В. Свекла столовая на орошаемых светло-каштановых почвах Волгоградской области / Н.В. Кузнецова, Н.Е. Степанова, Л.Н. Маковкина // Интеграция науки и производства – стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Победы Сталинградской битвы. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. – Т. 3. – С. 323–327.
3. Кузнецова Н.В. Орошение дождеванием столовой свеклы на светло-каштановых почвах Волгоградской области / Н.В. Кузнецова, Н.Е. Степанова // Международный сельскохозяйственный журнал. – М., 2009. – № 3. – С. 56–57.
4. Степанова Н.Е. Система удобрений столовой свеклы на светло-каштановых почвах // Плодородие. – 2010. – № 3. – С. 27–29.
5. Филин В.И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая. – Волгоград: Волгогр. гос. с.-х. акад., 1994. – 274 с.
6. Филин В.И. Расчет норм удобрений под планируемый урожай // Методические указания по программированию урожая на орошаемых землях Поволжья. – Волгоград, 1984. – С. 10–15.