

Д. А. Акималиев
В. М. Золоев

СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ СВЕКЛОКУЛЬТУР В КИРГИЗСКОЙ ССР



Д. А. Акималиев
В. М. Золоев

**СИСТЕМА
УДОБРЕНИЯ
СВЕКЛОКУЛЬТУР
В КИРГИЗСКОЙ ССР**

**ФРУНЗЕ
«КЫРГЫЗСТАН»
1986**

Акимаалиев Д. А., Золоев В. М.

А 39 Система удобрения свеклокультур в Киргизской ССР. — Ф.: Кыргызстан, 1986. — 108 с.: табл.

В работе обобщены результаты многолетних исследований по разработке научно обоснованной системы удобрения сахарной свеклы и ее семенников, выращиваемых безвысадочным способом. Приведены результаты экспериментов по влиянию длительного систематического применения органических и минеральных удобрений на основные показатели плодородия орошаемых лугово-сероземных и сероземно-луговых почв Чуйской долины.

Расчитана на агрономов, агрохимиков, научных работников и студентов сельскохозяйственных вузов.

А $\frac{3803030103-61}{M 451(17)-86}$ 123-86

ББК 40.40+42.343

Рецензент кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент *Е. Г. Кормилина*

ВВЕДЕНИЕ

Продовольственной программой СССР предусмотрено увеличить среднегодовое производство сельскохозяйственной продукции на 12—14%, главным образом за счет повышения продуктивности полеводства и животноводства. Дальнейшая интенсификация производства предусматривает повышение культуры земледелия, применение индустриальных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, рациональное применение органических и минеральных удобрений.

Разнообразие почвенно-климатических условий Киргизской ССР предопределяет дифференцированный подход к применению удобрений под различные сельскохозяйственные культуры. Научные исследования и длительная производственная практика показывают, что наибольшую отдачу от применения органических и минеральных удобрений можно получить только лишь при соблюдении **системы удобрения** с учетом биологических особенностей культур, порядка и чередования в севообороте, уровня агротехники и обеспеченности почв элементами питания. Все это настоятельно требует перехода от удобрения отдельных культур к **системе удобрения** всех сельскохозяйственных культур севооборота. Особенно целесообразна система удобрения в условиях орошаемого земледелия и при возделывании таких важнейших культур, как сахарная свекла, безвысодочные семенники, хлопчатник, табак и другие. Именно здесь резко возрастает эффективность вносимых удобрений.

Природные условия Чуйской долины благоприятствуют получению высоких и устойчивых урожаев сахарной свеклы, что было доказано результатами длительных научно-исследовательских работ и практикой многих передовых хозяйств. Однако в последние годы из-за сильного распространения таких болезней, как корневые гнили, мочковатость и нематоды, урожайность и качество сахарной свеклы значительно снизились, соответственно ухудшились и

экономические показатели возделывания этой культуры. Так, если раньше чистый доход с 1 га в передовых хозяйствах достигал 800—1000 руб., то в настоящее время во многих колхозах и совхозах сахарная свекла стала убыточной культурой.

В этих экстремальных условиях особенно возрастает роль тщательного соблюдения рекомендаций по агротехнике возделывания сахарной свеклы, в т. ч. по применению органических и минеральных удобрений. Доказано, что несоблюдение сроков, доз и соотношений удобрений может значительно усиливать развитие опасных болезней, вследствие чего возрастает потеря урожая вместо его увеличения.

Чуйская долина относится к зонам, где возможно возделывание безвысодочных семенников сахарной свеклы и получение высоких урожаев. При безвысодочном способе выращивания свекловичных семян затраты труда сокращаются в 1,5—2 раза за счет исключения таких трудоемких работ, как прорывка и уход, уборка урожая первого года жизни, кагатирование маточных корнеплодов, выборка из кагатов и их посадка. Продуктивные же показатели при этом не уступают высодочному способу.

Начиная с 1980 г. Киргизия специализируется на производстве свеклосемян безвысодочным способом для поставки их в Российскую Федерацию. Площадь под ними за этот период возросла в 4 раза и к 1985 г. достигла 17,7 тыс. га. В двенадцатой пятилетке по сравнению с одиннадцатой производством семян сахарной свеклы намечается увеличить до 150 тыс. ц.

Система удобрения семенников сахарной свеклы, как и вся агротехника их возделывания, имеет свои особенности, резко отличающиеся от технологии выращивания фабричных ее посевов. Прежде всего это связано с тем, что безвысодочные семенники — культура двухгодичного цикла развития, и поэтому система удобрения должна строиться с учетом биологических потребностей растений в элементах питания в первый и второй год роста и развития, а также специфических условий перезимовки растений.

Настоящая работа посвящена разработке рациональной системы удобрения культур свекловично-семеноводческого севооборота в орошаемых условиях Чуйской долины. В ней обобщен и проанализирован обширный экспериментальный материал, полученный в основном в Киргизской опытно-селекционной станции по сахарной свекле. При этом учтен

и передовой производственный опыт, в частности, таких хозяйств, как Киргизская машиноиспытательная станция, колхозы им. Ленина Аламединского, «Дружба» Сокулукского, «Сынташ» Иссык-Атинского районов, семхоз им. 50-летия СССР Киргизского НПО по земледелию и др. Соблюдение предлагаемых рекомендаций будет способствовать повышению продуктивности сахарной свеклы и ее семенников, росту эффективности вносимых органических и минеральных удобрений.

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ЗОНЫ СВЕКЛОСЕЯНИЯ

В Чуйской долине Киргизской ССР насчитывается 1971 тыс. га сельскохозяйственных угодий, из них 450 тыс. га пашни. Зона свеклосеяния охватывает около 160 тыс. га.

Горные хребты, окружающие долину, несомненно оказывают непосредственное воздействие на ее природно-климатические условия. Районы свеклосеяния Киргизии отличаются континентальностью — высокими температурами и резко выраженным недостатком атмосферных осадков в вегетационный период растений.

Почвенный покров свеклосеющих районов весьма разнообразен, что является следствием вертикальной зональности, характерной для всей Киргизии. В Чуйской долине сахарная свекла и ее семенники возделываются на северных светлых и обыкновенных сероземах, лугово-сероземных, сероземно-луговых, луговых почвах, небольшая часть площадей размещается на светло-каштановых почвах. Согласно обобщенным материалам А. М. Мамытова и О. В. Опенлендера (1969), эти почвы характеризуются следующими агрохимическими показателями.

Светлые сероземы распространены в северо-западной части Чуйской долины, высота над уровнем моря здесь колеблется от 500 до 650 м, климат умеренно жаркий и засушливый. Среднегодовая температура равна 8°C , сумма температур выше 10°C составляет 3500° , атмосферных осадков за год выпадает 330—350 мм.

Почвообразующими породами являются лёссовидные суглинки большой мощности (до 2,5 м), подстилаемые слоистыми отложениями более легкого механического состава.

Северные светлые сероземы отличаются от типичных сероземов менее мощным гумусовым горизонтом и сравнительно слабой выраженностью выделений карбонатов, в пахотном горизонте они содержат 0,5—4,8%, в среднем — 3,3% CO_2 . Механический состав почв преимущественно

среднесуглинистый, отдельные массивы легкосуглинистые и супесчаные. Реакция почвенной среды слабощелочная и щелочная, рН колеблется в пределах 7,5—8,8, емкость поглощения равна 10 мг. экв на 100 г почвы. В составе поглощенных оснований преобладают кальций и магний, поглощенного же натрия содержится не более 3% от емкости обмена, что свидетельствует об отсутствии солонцеватости.

Потенциальное плодородие светлых сероземов относительно низкое, в пахотном горизонте содержание гумуса колеблется от 0,6 до 2,2%, а общего азота 0,09—0,13%, с глубиной количество их постепенно снижается. Валовое содержание фосфора равно 0,12—0,27% (P_2O_5), а калия — 2,1—3,0% (K_2O).

Содержание подвижных фосфатов в этих почвах колеблется в широких пределах, в пахотном горизонте от 0,4 до 3,8 мг, а в подпахотном — 0,1—2,0 мг P_2O_5 на 100 г почвы. Обеспеченность обменным калием довольно высокая, в пахотном горизонте содержится 18—86 мг, а в подпахотном — 15—85 мг K_2O на 100 г почвы. Большие колебания в содержании обменного калия в основном обусловлены различиями в механическом составе почв.

Верхние горизонты светлых северных сероземов в основном не засолены, однако ввиду того, что они формируются на засоленных материнских породах, при неправильном орошении наблюдается вторичное засоление земель на значительных площадях.

Северные обыкновенные сероземы отличаются от светлых сероземов более темной окраской гумусового горизонта, укороченным почвенным профилем и близким залеганием каменисто-галечниковых отложений. Эти почвы занимают среднюю и нижнюю часть предгорных равнин Киргизского хребта в пределах высот над уровнем моря 650—1000 м.

В зоне распространения этих почв среднегодовая температура воздуха составляет $+8^{\circ}C$, а сумма эффективных температур равна 3500° , количество выпадающих атмосферных осадков небольшое — 250—360 мм за год.

Механический состав обыкновенных сероземов хрящевато-тяжелосуглинистый, малокарбонатный (количество CO_2 в пахотном слое составляет 3,2%, в подпахотном — 4,1%), реакция среды слабощелочная и щелочная (рН = 8,0—8,6). Емкость поглощения составляет 10—16 мг. экв на 100 г почвы, в составе поглощенных оснований преоб-

ладают катионы кальция. По содержанию поглощенного натрия эти почвы относятся к слабосолонцеватым.

Содержание гумуса в пахотном горизонте этих почв колеблется в пределах 0,7—2,7% (в среднем 1,6%), а в подпахотном — 0,4—1,7% (в среднем 1,1%), количество общего азота составляет 0,10—0,18%. Валовое содержание P_2O_5 равно 0,12—0,28%, а K_2O — 2,4—3,3%.

Характерной особенностью обыкновенных сероземов является значительная пестрота в содержании подвижных фосфатов. Количество P_2O_5 в пахотном горизонте составляет 0,3—3,9 мг (в среднем 1,4 мг) на 100 г почвы, т. е. обеспеченность сравнительно низкая. Обеспеченность же обменным калием средняя, хотя она ниже, чем в светлых сероземах, — в пахотном горизонте содержится 12—70 мг (в среднем 34,7 мг), в подпахотном 8—49 мг (в среднем 23,1 мг) K_2O на 100 г почвы.

Северные обыкновенные сероземы обычно не засолены, однако в понижениях, где почвы более тяжелые по механическому составу, встречаются признаки остаточного засоления.

Лугово-сероземные и сероземно-луговые почвы наиболее распространены в Чуйской долине. Более двух третей всех посевов сахарной свеклы и ее семенников в республике размещаются на этих почвах. Они сосредоточены в центральной и нижней частях подгорных равнин в области приближения и выклинивания грунтовых вод. Эта зона с неглубоким залеганием грунтовых вод (2—5 м) получила название «сазная».

Данные почвы формируются в зоне обыкновенных и светлых сероземов и сочетают в себе признаки зональных сероземных и луговых почв. Гумусовые горизонты более темной окраски и большей мощности, структура почв в верхнем горизонте комковатая, ниже — комковато-глыбистая. По механическому составу эти почвы преимущественно средне- и тяжелосуглинистые, встречаются также глинистые разности. Карбонаты имеются по всему профилю, с глубиной количество их значительно возрастает (в пахотном и подпахотном горизонтах содержится 3,3—4,3%, а на глубине 100 см — до 16% CO_2).

В этих почвах больше гумуса, чем в обыкновенных сероземах, — в пахотном горизонте 0,9—4,0%, а в подпахотном — 0,5—2,7%, общего азота — 0,11—0,35%, валовое содержание P_2O_5 равно 0,20—0,29%, а K_2O — 2,0—3,5%.

По обеспеченности подвижными фосфатами лугово-сероземные и сероземно-луговые почвы отличаются большим

разнообразием. Так, например, в пахотном горизонте количество подвижной P_2O_5 колеблется от 0,5 до 6,4 мг, а в подпахотном — от 0,1 до 3,3 мг на 100 г почвы. Обменным калнем эти почвы наиболее обеспечены — в пахотном горизонте содержится 10—173 мг (в среднем 65,5 мг), в подпахотном — 9—131 мг (в среднем 42,4 мг) на 100 г почвы. Высокое содержание калия объясняется тяжелым механическим составом почв, а также приносом калия грунтовыми водами.

По засоленности и солонцеватости лугово-сероземные и сероземно-луговые почвы также разнообразны. Встречаются незасоленные и несолонцеватые, солончаковые, солонцевато-солончаковые и солонцеватые виды этих почв. Тип засоления — преимущественно хлоридно-сульфатный и карбонатный, степень засоления — от слабой до сильной. Поэтому лугово-сероземные и сероземно-луговые почвы нуждаются в проведении гидромелиоративных работ. Соблюдение оптимальных режимов орошения с учетом потребностей выращиваемых сельскохозяйственных культур и почвенно-геоморфологических условий также является одним из важных факторов рассоления и окультуривания этих почв. Неправильное орошение, без устройства коллекторно-дренажной сети, приводит к заболачиванию и вторичному засолению.

Луговые почвы относятся к типичным гидроморфным почвам вследствие близкого залегания грунтовых вод (1—2 м). Они распространены на подгорных равнинах, где приурочены к понижениям рельефа в области выклинивания грунтовых вод, или на первых террасах речных пойм. Верхний гумусовый горизонт мощный, хорошо задренованный, темного цвета. Общая мощность гумусовых горизонтов равна 80—100 см. Механический состав разнообразный — среди сазовых луговых почв преобладают тяжело-суглинистые и глинистые разновидности, а аллювиальные луговые средне- и легкосуглинистые.

По содержанию карбонатов луговые почвы близки к сероземно-луговым, гумуса в них больше, чем в других почвах свеклосеющей зоны Чуйской долины, — в пахотном горизонте его количество колеблется от 1,0 до 8,0%, а в подпахотном — от 0,5 до 4,8%. Много в них и общего азота — 0,14—0,35%. Эти почвы отличаются сравнительно высоким содержанием валового фосфора (0,14—0,35%) и калия (2,4—3,5%). Обеспеченность луговых почв подвижными фосфатами в основном низкая, их содержание в пахотном горизонте составляет 0,5—5,6 мг, в подпахотном —

0,2—2,3 мг на 100 г почвы. Обменного калия в пахотном горизонте 20—183 мг, в подпахотном — 11—156 мг на 100 г почвы.

Одним из главных показателей луговых почв является степень и характер их засоления. Незасоленные луговые почвы характеризуются хорошими физико-химическими свойствами и высоким плодородием. Емкость поглощения равна 15—30 мг. экв на 100 г почвы, в составе поглощенных оснований преобладают катионы кальция и магния, а на поглощенный натрий приходится всего 2—5% от емкости обмена. Широко распространены луговые и солончаковые почвы. В большинстве случаев их засоленность сочетается с солонцеватостью, на глубине 20—60 см содержится сравнительно большое количество легкорастворимых солей (0,8—1,0). Основной тип засоления — сульфатно-бикарбонатный (в составе солей преобладают сода и сульфат натрия) общая щелочность достигает 0,10—0,16%, а на долю поглощенного натрия приходится 5—20% от емкости обмена. Хлоридно-сульфатный тип засоления менее распространен в зоне луговых почв.

Орошение повышенными нормами полива часто приводит к заболачиванию и вторичному засолению луговых почв. Работы по их окультуриванию и повышению плодородия должны быть направлены на проведение коллекторно-дренажной сети, понижение уровня грунтовых вод и их опреснение, а для устранения солонцеватости необходимо гипсование почв.

Светло-каштановые почвы формируются в умеренно теплом поясе Чуйской долины, на предгорных шлейфах в пределах высот 1000—1500 м над уровнем моря, сумма эффективных температур за год составляет 2700°, атмосферных осадков выпадает 250—380 мм в год.

Механический состав светло-каштановых почв преимущественно среднесуглинистый, но встречаются тяжело- и легкосуглинистые разности. Емкость поглощения равна 10—18 мг. экв на 100 г почвы, катионы кальция составляют 75—86% от емкости обмена, а остальная часть приходится в основном на магний. Поглощенный натрий не превышает 2—4% от емкости обмена, что свидетельствует об отсутствии солонцеватости. Реакция почв слабощелочная и щелочная, pH равен 7,2—8,5.

В пахотном горизонте светло-каштановых почв содержится 0,7—3,5% гумуса, а в подпахотном — 0,5—2,4%, общий азот составляет 0,10—0,23%, валовой фосфор — 0,15—0,20% (P_2O_5) и калий — 2,2—3,1% (K_2O). Обеспе-

ченность почв подвижными фосфатами относительно низкая (0,3—3,7 мг P_2O_5 на 100 г почвы). Обменного калия также меньше, чем в сероземах, в основном преобладают почвы со средней обеспеченностью обменным K_2O .

Светло-каштановые почвы не засолены (количество легкорастворимых солей не превышает 0,1%). Они подвержены эрозионным процессам вследствие их приуроченности к верхней части подгорных равнин. Следовательно, в этой зоне необходимо проводить противоэрозионные мероприятия.

В целом почвенно-климатические условия Чуйской долины благоприятствуют возделыванию сахарной свеклы и ее семенников безвысадочным способом и при наличии искусственного орошения могут обеспечивать получение высоких урожаев этих культур.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА, РАЗВИТИЯ И МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ И ЕЕ СЕМЕННИКОВ

Характерной биологической особенностью сахарной свеклы является ее способность приспосабливаться к часто изменяющимся внешним условиям среды. Темпы роста как растения в целом, так листьев и корнеплода в отдельности, величины накопления органической массы в значительной степени меняются в зависимости от обеспечения сахарной свеклы светом, воздухом, влагой и питательными веществами. Поэтому регулирование факторов жизни растений с учетом их биологических особенностей является необходимым условием получения высоких и устойчивых урожаев сахарной свеклы.

В орошаемых условиях Чуйской долины темпы роста и развития сахарной свеклы, особенно в первые периоды ее вегетации, очень высокие. При благоприятных условиях она способна создавать большую массу ботвы, а мощная корневая система проникает на глубину более двух метров и в стороны на расстояние больше одного метра, поэтому при соблюдении нормальных режимов питания и орошения обеспечивается ускоренное течение фотосинтеза, накопление органических веществ, в том числе сахара. Способность сахарной свеклы к фотосинтезу при высоких температурах воздуха и относительная ее жароустойчивость являются важнейшими факторами успешного возделывания этой культуры в Чуйской долине.

Установлено, что за вегетационный период, который длится в Чуйской долине 180—200 дней, на каждом свекловичном растении в зависимости от внешних условий образуется 45—70 и более листьев. Биологическая способность свекловичного растения к созданию высокого урожая и накоплению наибольшего количества сахара может быть реализована лишь при большой листовой поверхности. В случае нарушения нормальных условий роста и развития сахарной свеклы указанные способности растений ослабляются, в результате масса корнеплода и содержание в ней сахара резко снижаются.

Наши исследования показали, что изменчивость листовых пластинок (форма, величина, характер поверхности) чрезвычайно большая в зависимости от почвенно-климатических условий, применяемой агротехники, внесения удобрений, сортовых особенностей и т. д. Эти же факторы обуславливают большие изменения в динамике роста корнеплодов, ботвы и сахаронакопления.

Данные изменчивости показателей роста и развития сахарной свеклы в зависимости от площади питания и фона применяемых удобрений (табл. 1 и 2) показывают, что в первый период роста не наблюдалось резких отклонений в размере ассимиляционной поверхности листьев между вариантами с различными площадями питания. Однако, начиная с первой декады июля, обозначилась лучшая обеспеченность растений ассимиляционным аппаратом при их размещении на больших площадях питания и эта тенденция сохранилась вплоть до уборки урожая. Наибольшую листовую поверхность имели растения, получившие полную дозу минеральных удобрений и при внесении органо-минеральной смеси.

Динамика роста корнеплода полностью соответствовала изменениям в нарастании ассимиляционного аппарата сахарной свеклы по вариантам опыта. Разница заключалась лишь в том, что листовая поверхность растений свеклы достигала своего максимума в середине августа, а затем отмечалось ее резкое уменьшение, нарастание же массы корнеплода происходило непрерывно в течение всей вегетации, до самой уборки. По многолетним данным Киргизской опытно-селекционной станции по сахарной свекле, динамика среднесуточного прироста массы корнеплода свеклы составляет: 3—7 г в июне, 8—12 г в июле, 7—10 г в августе и 3—5 г в сентябре, т. е. наибольший суточный прирост корнеплода отмечается в периоды интенсивного нарастания массы листьев.

Таблица 1

Общая листовая поверхность одного растения, см²

Способы размещения	Варианты опыта	Сроки измерения ассимиляционной площади листьев									
		18/VI	26/VI	7/VII	15/VII	23/VII	12/VIII	22/VIII	1/IX	19/IX	29/IX
Обычный (45×18 см)	Контроль	1064	1535	2658	3080	3318	3682	3685	2373	2047	1738
	N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₇₀	1383	1949	4284	5284	6046	7774	7628	5217	4239	3869
	N ₆₀ P ₇₅ K ₃₅	1169	1865	3865	4729	5211	5333	5718	4642	3337	3342
	N ₆₀ P ₁₅₀ K ₇₀	1197	2240	4130	4659	4924	5943	5923	5534	3238	2903
	N ₆₀ P ₇₅ K ₃₅ +30 т навоза	1333	1823	4341	5198	5654	6124	6185	5175	3935	3126
Расширенный (65×45 см)	Контроль	801	1318	2837	4122	5012	5524	4730	4076	3250	2506
	N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₇₀	1530	2621	5897	6472	7683	8175	7824	6437	4374	3455
	N ₆₀ P ₇₅ K ₃₅	1285	1889	4516	5283	5788	6493	6274	5822	4468	3192
	N ₆₀ P ₁₅₀ K ₇₀	1176	1793	4453	5231	6018	6638	6333	5793	4950	3608
	N ₆₀ P ₇₅ K ₃₅ +30 т навоза	1380	2241	5523	6354	7863	8023	7542	6945	5148	4231

Таблица 2

Динамика роста корнеплода сахарной свеклы, г

Способы размещения	Варианты опыта	Сроки наблюдения									
		18/VI	26/VI	7/VII	15/VII	23/VII	12/VIII	22/VIII	4/IX	19/IX	29/IX
Обычный (45×18 см)	Контроль	57,5	87,3	164	210	284	476	535	597	664	700
	N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₇₀	64,4	102	202	254	349	597	664	755	853	897
	N ₆₀ P ₇₅ K ₃₅	61,3	97,2	194	237	305	550	597	664	736	793
	N ₆₀ P ₁₅₀ K ₇₀	61,3	92,2	179	210	284	491	581	682	774	812
	N ₆₀ P ₉₀ K ₄₅ +30 т навоза	57,5	92,2	194	264	349	565	664	793	897	941
Расширенный (65×45 см)	Контроль	65,3	97,4	228	316	435	700	774	853	919	941
	N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₇₀	78,0	119	294	409	520	812	919	1057	1177	1227
	N ₆₀ P ₇₅ K ₃₅	69,4	113	284	360	505	793	875	987	1057	1081
	N ₆₀ P ₁₅₀ K ₇₀	82,6	119	105	384	550	832	941	1057	1129	1153
	N ₆₀ P ₇₅ K ₃₅ +30 т навоза	73,6	119	294	384	505	812	941	1033	1129	1177

Динамика нарастания листовой поверхности корнеплодов сахарной свеклы во многом зависит и от сроков внесения азотных удобрений. Исследованиями установлено, что на лугово-сероземных почвах внесение всей дозы азотных удобрений с осени под зяблевую вспашку или перенесение 1/3 дозы в раннюю подкормку обеспечивает наибольший прирост массы растений в течение всей вегетации сахарной свеклы и повышение ее продуктивности. Увеличение кратности внесения азотных подкормок до 2—3-х раз за счет уменьшения основного удобрения сдерживает рост корнеплодов, в результате чего урожай снижается на 22—39 ц/га.

По характеру поглощения питательных веществ рост и развитие сахарной свеклы условно подразделяют на 4 периода: прорастание и первоначальный рост (до появления настоящих листьев); усиленный рост ботвы; рост и развитие корнеплода; усиленное сахаронакопление.

В первый период корневая система сахарной свеклы только начинает развиваться, поэтому необходимо наличие доступных элементов питания в непосредственной близости прорастающего семени, особенно азота и подвижной фосфорной кислоты, в которых в наибольшей степени нуждаются молодые растения. В связи с этим внесение при посеве небольших доз фосфора (P_{15-20}), а также азота (N_{10-15}) в орошаемых условиях Чуйской долины считается обязательным агротехническим приемом. Оно способствует получению дружных и полноценных всходов, повышению их устойчивости против неблагоприятных погодных условий и в конечном счете значительно ускоряет рост и развитие растений.

Во второй период, когда происходит формирование ассимиляционного листового аппарата, сахарная свекла в большей степени нуждается в азоте. По опытным данным, до 1 июля она потребляет более 50% всего необходимого ей азота за вегетацию. Поэтому в системе удобрения кроме основного удобрения необходимо предусматривать и внесение азотных удобрений в ранний период вегетации растений. В третий период для формирования большой массы корнеплодов и ботвы сахарная свекла в равной степени нуждается во всех трех основных элементах питания. К концу вегетации, в период усиленного сахаронакопления, значение фосфорных и калийных удобрений в системе питания сахарной свеклы начинает преобладать.

Результаты длительных стационарных опытов показали, что применение разных доз удобрений и соотношений

элементов питания оказывает заметное влияние на содержание азота, фосфора и калия в растениях сахарной свеклы.

Из данных таблицы 3 видно, что применяемые в опыте дозы удобрения и разные предшественники значительно влияют на содержание питательных веществ в отдельных органах растений сахарной свеклы. Наиболее закономерное и значительное увеличение содержания азота в зависимости от доз удобрений наблюдается в корне и отмершей (невегетирующей) ботве. При этом установлено, что по мере удаления полей свеклы от пласта люцерны поступление азота в ее корни по всем изучаемым вариантам опыта значительно снижается. Указанная закономерность объясняется уменьшением обеспеченности почвы минеральными формами азота на полях, отдаленных от пласта многолетних трав.

Между дозами удобрений и содержанием фосфора в свекловичных растениях выявлена прямая корреляционная зависимость. Особенно четко она наблюдается в корнях свеклы, где в зависимости от доз удобрений содержание валовой P_2O_5 повышается на 29 — 131% по сравнению с контролем.

По отношению содержания общего калия в растениях свеклы определенной закономерности нами не установлено. В ее корнях отмечена тенденция увеличения K_2O на вариантах с удобрениями. В то же время в ботве часто наблюдается значительное снижение содержания калия на вариантах с удобрениями по сравнению с контролем.

Надо полагать, что такое неустойчивое влияние вносимых удобрений на содержание калия в растениях сахарной свеклы объясняется низкими дозами калийных удобрений при высокой обеспеченности лугово-сероземных почв подвижными формами калия, а также разным соотношением элементов питания в почве сравниваемых вариантов опыта.

Одним из основных показателей при расчете баланса питательных веществ в севообороте является вынос их урожаем культур. В рассматриваемом нами опыте по всем трем предшественникам отмечена одинаковая закономерность: с увеличением доз удобрений возрастает вынос элементов питания урожаем сахарной свеклы (табл. 4). По величине выноса элементов питания на 100 ц основной продукции эта закономерность сохраняется только в отношении фосфора.

Необходимо отметить, что увеличение выноса азота и фосфора при внесении удобрений обусловлено более вы-

Влияние удобрений и предшественников на содержание азота, фосфора и калия в сахарной свекле перед уборкой в опыте на лугово-сероземных почвах (в % к абсолютно сухой массе)

Варианты опыта	Корнеплод			Ботва					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	зеленая (вегетирующая)			отмершая (невегетирующая)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Свекла по обороту пласта люцерны (поле 5)									
Контроль	0,82	0,14	1,56	2,61	0,33	5,48	1,22	0,18	4,62
Половинные дозы удобрений	0,78	0,21	1,51	2,53	0,49	4,90	1,25	0,21	4,34
Основная система	0,87	0,29	1,66	2,78	0,55	5,26	1,35	0,23	4,80
Полуторные дозы удобрений	1,00	0,32	1,64	2,80	0,57	4,92	1,40	0,25	4,54
Минеральная система	0,85	0,29	1,43	2,70	0,56	4,93	1,28	0,23	4,14
Свекла по кукурузе на силос (поле 7)									
Контроль	0,67	0,17	1,32	2,49	0,39	4,25	1,06	0,16	3,12
Половинные дозы удобрений	0,78	0,22	1,24	2,85	0,57	4,62	1,22	0,18	2,72
Основная система	0,80	0,24	1,34	2,84	0,57	5,07	1,35	0,22	3,75
Полуторные дозы удобрений	1,00	0,28	1,44	3,09	0,61	4,41	1,55	0,24	2,84
Минеральная система	0,78	0,25	1,34	2,67	0,55	4,53	1,34	0,20	3,18
Свекла по кукурузе на силос (поле 9)									
Контроль	0,61	0,17	1,40	2,64	0,64	5,78	1,13	0,18	4,63
Половинные дозы удобрений	0,65	0,25	1,44	2,67	0,55	5,13	1,12	0,22	4,33
Основная система	0,71	0,28	1,45	2,68	0,75	5,35	1,17	0,23	4,34
Полуторные дозы удобрений	0,75	0,29	1,35	2,97	0,93	4,80	1,38	0,27	4,08
Минеральная система	0,67	0,2	1,36	2,59	0,05	4,85	1,26	0,25	3,63

соким урожаем и повышенным содержанием этих элементов в растениях свеклы. Вынос калия на вариантах с удобрениями возрастает в основном за счет повышенных урожаев, а вынос его на 100 ц корнеплодов снижается вследствие уменьшения содержания калия в ботве сахарной свеклы при внесении удобрений.

Аналогичные результаты получены в опыте, проводимом на сероземно-луговых почвах (табл. 5, 6).

Вынос азота, фосфора и калия урожаем сахарной свеклы при длительном применении удобрений на лугово-сероземных почвах (средние данные за 8 лет)

Варианты опыта	Урожай, ц/га		Вынос общим урожаем, кг/га			Вынос на 100 ц корнеплодов, кг		
	корнеплодов	ботвы	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Свекла по обороту пласта люцерны (поле 5)								
Контроль	373	250	150	22	334	40,2	5,9	89,4
Половинные дозы удобрений	543	271	181	41	379	33,4	7,6	69,8
Основная система	592	296	216	55	452	36,5	9,4	76,3
Полуторные дозы удобрений	539	298	238	61	434	40,4	10,3	73,7
Минеральная система	573	238	207	55	395	36,0	9,5	69,0
Свекла по кукурузе на силос (поле 9)								
Контроль	370	153	101	21	197	27,2	5,6	53,3
Половинные дозы удобрений	533	179	152	35	251	28,4	6,9	47,1
Основная система	582	228	182	45	333	31,3	7,7	57,2
Полуторные дозы удобрений	538	258	231	55	340	38,5	9,2	56,9
Минеральная система	575	217	171	45	304	29,7	7,8	53,0
Свекла по кукурузе на силос (поле 7)								
Контроль	380	164	104	23	255	27,4	5,9	67,1
Половинные дозы удобрений	517	193	136	40	308	26,5	7,7	59,5
Основная система	568	231	164	50	359	28,9	8,7	63,3
Полуторные дозы удобрений	587	251	191	56	351	32,5	9,5	59,8
Минеральная система	546	222	151	46	314	27,7	8,4	57,6

В отличие от вышеописанного опыта, здесь установлена большая разница между контролем и удобренными вариантами по содержанию азота и фосфора в растениях сахарной свеклы. В связи с этим, а также большими значениями приростов урожая свеклы вынос элементов питания на удобренных вариантах по сравнению с контролем резко увеличивается: по азоту в 3—5 раз, по фосфору в 4—5 раз и по калию в 2,5 — 3,8 раза (табл.6).

Такие большие различия между контролем и удобренными вариантами, по-видимому, объясняются значительной разницей между ними по обеспеченности почвы элементами питания, которая создалась в результате систематического применения удобрений в течение 32 лет.

Как известно, сахарная свекла относится к группе растений двухлетнего цикла развития: в первый год из семени образуется корнеплод с розеткой прикорневых черешковых листьев, а во второй год жизни из прикорневой розетки листьев развиваются цветоносные стебли, высота которых может достигать 1—2 м.

Производство семян высадочным (наиболее распространенным в нашей стране) способом осуществляется в течение двух вегетационных периодов. В первый год выращивают маточные корнеплоды, осенью их убирают, зимой хранят в специальных траншеях или корневых хранилищах, а весной следующего года высаживают в почву и получают семена.

При безвысадочном способе производства семян корнеплоды свеклы первого года жизни не выкапывают, а оставляют зимовать в почве. Ранней весной они трогаются в рост, затем образуют цветоносные побеги и семена. Таким образом, свекла проходит двухлетний цикл роста и развития без пересадки на одном и том же участке.

Районированные в настоящее время сорта в зависимости от генетических особенностей могут быть диплоидные и полиплоидные. Полиплоидные формы заметно отличаются по морфологическим признакам. Листья у них более округлой формы, более гофрированы, с темно-зеленым оттенком, гораздо мощнее, прилистники и пыльца крупные.

Сахарная свекла относится к перекрестноопыляющимся растениям, цветки у нее обоеполые, пятерного типа, с простым зеленым околоцветником, причем пыльца переносится ветром на большие расстояния (на 4000 м и более). Поэтому семенники свеклы различных сортов нуждаются в пространственной изоляции.

Цветение семенников свеклы в условиях Чуйской доли-

Содержание азота, фосфора и калия в растениях сахарной свеклы перед уборкой в опыте на сероземно-луговых почвах (в % к абсолютно сухой массе)

Варианты опыта	Корнеплод			Ботва					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	зеленая (вегетирующая)			отмершая (невегетирующая)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Свекла по озимой пшенице									
Контроль	0,57	0,13	1,09	1,83	0,30	6,55	0,74	0,13	5,87
Основная система	0,75	0,23	1,33	2,32	0,45	6,28	1,23	0,16	5,78
Полуторные дозы удобрений	0,80	0,23	1,38	2,42	0,50	6,26	1,23	0,18	5,51
Свекла по кукурузе на зерно									
Контроль	0,74	0,11	1,00	2,04	0,21	5,51	0,96	0,10	5,14
Основная система	1,03	0,25	1,64	2,35	0,43	5,99	1,35	0,20	6,18
Полуторные дозы удобрений	0,85	0,23	1,40	2,52	0,43	5,74	1,42	0,22	5,69
Свекла по свекле									
Контроль	0,47	0,15	1,21	1,74	0,30	6,15	0,62	0,13	5,22
Основная система	0,65	0,25	1,34	2,13	0,47	5,15	1,04	0,18	5,63
Полуторные дозы удобрений	0,75	0,23	1,51	2,21	0,50	6,04	1,19	0,19	5,42

ны продолжается в среднем 30 дней. Цветок способен к завязыванию семян в течение 7—8 дней после начала цветения, но особенно интенсивно процесс оплодотворения семяпочек происходит в первые два дня после его раскрытия. Ход цветения в течение суток неодинаков, обычно наиболее интенсивный он между 7 и 9 часами утра. Пасмурная, но теплая погода на этот процесс не влияет. Попав на рыльце распутившегося цветка, пыльца начинает прорастать, оплодотворение заканчивается обычно в течение суток. Периоды от начала цветения до налива семени и от налива до созревания составляют в среднем по 15—18 дней.

Характерной биологической особенностью безвысадочных семенников сахарной свеклы по сравнению с высадочными являются сохранение корневой системы, и, притом, проникающей в почву значительно глубже, чем у высадков. Благодаря этому перезимовавшие растения рано весной

Таблица 6

Вынос азота, фосфора и калия урожаем сахарной свеклы при
длительном применении удобрений на сероземно-луговых почвах

Варианты опыта	Урожай, ц/га		Вынос общим уро- жаем, кг/га			Вынос на 100 ц корнеплодов, кг		
	корне- плодов	ботвы	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Свекла по озимой пшенице								
Контроль Основная сис- тема Полуторные дозы удоб- рений	335	116	75	15	237	24,8	4,9	77,7
	590	240	243	57	640	41,1	9,6	108,6
	635	305	251	67	604	33,5	10,6	94,9
Свекла по кукурузе на зерно								
Контроль Основная сис- тема Полуторные дозы удоб- рений	230	93	72	9	153	31,4	4,0	70,8
	530	312	262	55	619	48,6	10,3	111,9
	532	332	253	55	508	45,5	9,5	102,7
Свекла по свекле								
Контроль Основная сис- тема Полуторные дозы удоб- рений	227	103	54	13	125	23,7	5,6	85,8
	520	383	221	60	653	42,5	11,5	127,4
	530	453	272	66	762	51,3	12,4	143,8

трогаются в рост, максимально используют не только осенне-зимние запасы влаги в почве, но и на протяжении всего вегетационного периода потребляют воду и элементы питания из более глубоких слоев почвы.

Безвысадочные семенники по сравнению с высадочными отличаются повышенной энергией листо- и стеблеобразования. Поступление в них питательных веществ в 2—4 раза, а накопление сухой массы в корнях, надземной части и семенах происходит в 6 раз интенсивнее. Они значительно экономнее, чем высадки, расходуют питательные вещества на построение единицы урожая семян. Фазы их развития (образование прикорневой розетки листьев, стебление,

цветение и созревание семян) протекают в более ранние сроки.

Исследованиями установлено, что листья и корень безвысадочной свеклы имеют ярко выраженную ксероморфную структуру, проявляющуюся, главным образом, в размерах клеток. Так, для листьев характерны мелкие клетки паренхимы и устьиц. Листовая пластинка имеет густую сеть жилок, больше устьиц и меньшую толщину в сравнении с высадочными растениями. У корня сильно развита проводящая сосудистая система, что указывает, в частности, на большие возможности снабжения растений водой.

Для получения высоких урожаев семян сахарной свеклы безвысадочным способом очень важно сохранить растения в период перезимовки. Достигается это созданием соответствующих условий выращивания: срок сева, загущенность размещения растений, оптимальный режим орошения и питания. Причем, чем сильнее проявляются признаки ксероморфизма и гуще насаждение, тем выше сохранность зимующей свеклы. Ксероморфная структура повышает стойкость растений к перепадам температур.

Ксероморфность корня зависит от густоты стояния и направленного фосфорно-калийного питания, которое притормаживает рост межкольцевой паренхимы, вследствие чего корень слабо разрастается в толщину, имея при этом высокую плотность колец сосудистых пучков.

Поэтому при безвысадочном способе производства семян все агротехнические приемы должны быть направлены на получение в первом году корней ксероморфной структуры, т. е. деревянистых, мелкоклеточного строения, с хорошо развитой проводящей сосудистой системой.

Установлено, что наиболее действенным средством повышения сохранности зимующей свеклы является срок ее посева, обуславливающий возраст растений, их анатомические и морфологические особенности, размер корня и густоту насаждения. Растения массой 30 — 40 г в фазе 7 — 8 пар листьев лучше переносят зиму, чем более мелкие или более крупные. Также установлено, что фосфор усиливает зимостойкость растений безвысадочной культуры, а азот уменьшает. Следовательно, сохранность растений безвысадочной культуры сахарной свеклы во многом зависит от агротехники ее возделывания.

ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ПОД САХАРНУЮ СВЕКЛУ ПРИ ОРОШЕНИИ

Применение удобрений под сахарную свеклу наиболее эффективно при всестороннем учете присущих этой культуре особенностей использования питательных веществ и почвенно-климатических условий. Весьма требовательная к условиям питания, сахарная свекла хорошо отзывается на внесение удобрений и эффективно их использует.

На создание урожая сахарная свекла потребляет из почвы намного больше питательных веществ, чем другие возделываемые в Чуйской долине сельскохозяйственные культуры. Так, например, при уровне урожая 500—600 ц/га она поглощает из почвы 170—200 кг азота, 65—80 кг фосфора и 350—400 кг калия. На лугово-сероземных почвах на формирование урожая 100 ц с соответствующим количеством ботвы требуется азота 39, фосфора 10,8 и калия 80,4 кг, а на северных обыкновенных сероземах — соответственно 40, 12 и 90 кг.

Если учесть, что урожай сахарной свеклы без применения удобрений в орошаемых условиях Киргизии обычно не превышает 250 ц/га, то для получения урожаев выше 500 ц/га требуется внесение сравнительно высоких доз органических и минеральных удобрений. Как показали наши длительные исследования, отдача от применения удобрений под сахарную свеклу при соблюдении научно обоснованной системы ее возделывания высокая, прибавка урожая корнеплодов на лугово-сероземных почвах от внесения полного минерального удобрения совместно с навозом колеблется в пределах 150—250 ц/га, а на сероземно-луговых почвах — превышает 300 ц/га.

Почвенно-климатические условия Чуйской долины таковы, что наибольшее влияние на урожай сахарной свеклы оказывают азотные удобрения, затем — фосфорные и меньшее — калийные. Так, в опытах Киргизского научно-исследовательского института земледелия на северных обыкновенных сероземах предгорной зоны Чуйской долины прибавка урожая корнеплодов за счет азотных удобрений составила 114 ц/га, за счет фосфорных — 50 и калийных — 38 ц/га, а в опытах Киргизской опытно-селекционной станции по сахарной свекле на лугово-сероземных почвах — соответственно 124, 41 и 13 ц/га.

Следует отметить, что применение оптимальных доз минеральных удобрений (при правильном соотношении азота, фосфора и калия), установленных с учетом почвенно-

климатических условий зоны возделывания сахарной свеклы, снижает сахаристость корнеплодов незначительно по сравнению с неудобренным контролем. Благоприятное влияние на сахаристость и другие технологические качества корнеплодов оказывают фосфорные и калийные удобрения — они повышают сахаристость до 0,3 — 0,7%, снижают содержание небелкового азота и увеличивают доброкачественность сока и выход сахара. Однако чрезмерно высокие дозы фосфорных и даже калийных удобрений, как правило, снижают технологические качества сахарной свеклы, хотя и в меньшей степени, чем высокие нормы азотных удобрений.

Внесение удобрений под сахарную свеклу производится в различные сроки и разными способами. Все виды органических удобрений вносят осенью под глубокую вспашку, что способствует замедленной их минерализации, более полному использованию элементов питания и увеличению последствий органики. Однако в практике сельскохозяйственного производства в последние годы довольно широкое распространение получило внесение навоза вместе с поливной водой в подкормки. С этой целью используются куриный помет и перепревший навоз в дозах 5 т/га с каждым поливом. За вегетационный период вносится до 20 — 25 т/га навоза.

Ввиду недостаточной изученности данного вопроса на Киргизской опытно-селекционной станции по сахарной свекле были проведены исследования по выявлению эффективности внесения в подкормки овечьего навоза и куриного помета, влияния их на пищевой режим почвы, урожай и качество свеклы.

Результаты исследований показали отсутствие эффективности от применения указанных удобрений как с поливной водой, так и при внесении их культиватором в сухом виде. За три года не получено прибавки в урожае корнеплодов свеклы ни по одному варианту опыта. Наоборот, отмечено (хотя и недостоверное) снижение урожая от 2 до 27 ц/га. Содержание же сахара снизилось более значительно — от 0,2 до 1,2%. Соответственно сбор сахара с 1 га уменьшился на 4,2 — 10,8 ц (табл.7).

Урожай нетоварной продукции (ботвы) был выше контроля во всех подкармливаемых вариантах на 6—33 ц/га. Этим объясняется, при глазомерной оценке, лучший вид подкармливаемых участков. Но, как видно из опыта, нарастание листового аппарата происходит в ущерб накоплению урожая корнеплодов.

Продуктивные показатели сахарной свеклы за три года

Варианты опыта	Густота насаждения, тыс. га	Урожай корнеплодов, ц/га	% сахара	Сбор сахара, ц/га	Урожай ботвы, ц/га
Фон — N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₇₀ (контроль)	73,2	597	14,6	86,9	255
Фон + подкормки сухим овечьим навозом при проведении первых двух вегетационных поливов по 5 т/га за каждый	74,6	576	13,4	76,1	288
Фон + подкормки сухим овечьим навозом при проведении первых четырех вегетационных поливов по 5 т/га за каждый	75,8	575	13,6	77,8	278
Фон + подкормки куриным пометом при проведении первых двух вегетационных поливов по 5 т/га за каждый	74,3	595	13,7	78,2	287
Фон + подкормки куриным пометом при проведении первых четырех вегетационных поливов по 5 т/га за каждый	74,2	574	13,8	78,2	261
Фон + подкормки сухим овечьим навозом по 5 ц/га культиватором перед первыми двумя поливами	73,6	575	14,4	82,7	264
Фон + подкормки сухим овечьим навозом по 5 ц/га совместно с N ₃₀ P ₄₅ культиватором перед первыми двумя поливами	71,5	570	13,9	78,6	277

Снижаются и технологические показатели свекловичного сырья (табл. 8). По конечному показателю технологического анализа — вероятному выходу сахара на заводе — контрольный вариант превышает все остальные на 0,5 — 7,1 ц/га.

Установлено, что с 1 ц навоза крупного рогатого скота или куриного помета в почву вносится от 5200 до 41500 семян сорняков. Если за вегетацию сахарной свеклы внести поливной водой по 15 т/га навоза, то на поля поступит огромное количество семян сорных растений — до 62 млн. шт. на 1 га, в том числе до 225 тыс. семян повилики. Таким образом, куриный помет и навоз крупного рогатого скота в подкормки не только не повышают продуктивность сахарной свеклы, но являются дополнительным источником засорения полей.

Технологические показатели сахарной свеклы (в среднем за 3 года)

Варианты опыта	Добротность нормального очищенного сока, %	Потери сахара в мелассе	Выход сахара на заводе		% растворимой золы
			%	ц/га	
Фон — N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₇₀ (контроль)	91,3	1,87	11,49	67,5	0,138
Фон + подкормки сухим овечьим навозом при проведении первых двух вегетационных поливов по 5 т/га за каждый	90,1	1,98	10,24	57,9	0,161
Фон + подкормки сухим овечьим навозом при проведении первых четырех вегетационных поливов по 5 т/га за каждый	91,5	1,74	10,98	62,5	0,144
Фон + подкормки куриным пометом при проведении первых двух вегетационных поливов по 5 т/га за каждый	90,0	2,01	10,54	62,0	0,161
Фон + подкормки куриным пометом при проведении первых четырех вегетационных поливов по 5 т/га за каждый	89,7	2,10	10,68	60,4	0,155
Фон + подкормки сухим овечьим навозом по 5 ц/га культиватором перед первыми двумя поливами	90,9	2,04	11,67	67,0	0,138
Фон + подкормки сухим овечьим навозом по 5 ц/га совместно с N ₃₀ P ₄₅ культиватором перед первыми двумя поливами	90,4	2,07	10,89	61,7	0,145

Эффективность органических удобрений в большой степени зависит от размещения сахарной свеклы в севообороте, т. е. от предшественников (табл. 9). Отдача от внесения навоза увеличивается в 2 раза по мере удаления посевов сахарной свеклы от пласта многолетних бобовых трав, а наибольшие прибавки урожая отмечены при совместном внесении навоза и минеральных удобрений. Об этой специфической особенности применения удобрений в орошаемых условиях Чуйской долины нельзя забывать при планировании системы удобрения свекловичного севооборота.

Прибавки урожая корнеплодов от применения минеральных удобрений колеблются в значительных пределах в зависимости от места сахарной свеклы в севообороте (табл. 10).

Эффективность навоза в зависимости от размещения сахарной свеклы в севообороте

Варианты опыта	Урожай корнеплодов, ц/га		Содержание сахара в свекле, %		Прибавка, ±			
					урожай корнеплодов, ц/га		сахаристость, %	
	по обороту пласта люцерны	на полях, удаленных от трав	по обороту пласта люцерны	на полях, удаленных от трав	по обороту пласта люцерны	на полях, удаленных от трав	по обороту пласта люцерны	на полях, удаленных от трав
Контроль (без удобрений)	677,3	474,0	17,54	18,52	--	--	--	--
30 т/га навоза	716,3	553,0	17,02	18,14	39,0	76,0	-0,52	-0,38
30 т/га навоза + N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₇₀	802,3	705,0	16,48	17,16	125,0	231,0	-0,16	-1,36
N ₁₀₀ P ₁₅₀ K ₇₀	773,3	638,0	16,63	17,72	93,0	134,0	-0,86	-0,80

Исследования показали, что по мере удаления посевов сахарной свеклы от пласта многолетних трав урожай корнеплодов постепенно уменьшается, а эффективность внесения минеральных туков, наоборот, значительно возрастает.

Эффективность минеральных удобрений также во многом зависит от сроков их внесения. К сожалению, многие свеклосеющие хозяйства из-за игнорирования или незнания правильных сроков и способов внесения минеральных удобрений не получают реально возможного эффекта. Имеет место применение поздних (в августе, а иногда и в сентябре) азотных подкормок, внесение минеральных туков, особенно азотных, вместе с поливной водой, поверхностное их внесение во время вегетации сахарной свеклы и т. д. Все эти нарушения, по данным исследований Киргизской опытно-селекционной станции по сахарной свекле, могут снижать урожай корнеплодов до 50 ц/га и сбор сахара до 10 ц/га.

Как показали опыты, секловичные растения нуждаются весной в рядковом удобрении даже в том случае, когда под вспашку с осени в почву внесено достаточное количество питательных элементов, поскольку в начальный период роста сахарная свекла из-за слаборазвитой корневой системы не способна использовать питательные вещества, находящиеся в более глубоких горизонтах почвы.

Согласно наблюдениям Г. П. Добряка, проведенным на

Эффективность минеральных удобрений в зависимости от размещения сахарной свеклы в севообороте

Варианты опыта	Урожай корнеплодов, ц/га	Сахаристость, %	Сбор урожая, ц/га
Первая свекла по обороту пласта люцерны			
N ₁₀ P ₁₅	554	16,0	88,6
N ₅₀ P ₁₅₀ K ₇₀	669	16,0	107,0
N ₉₀ K ₁₅₀ K ₇₀	676	15,5	104,7
N ₅₀ P ₉₀ K ₃₅	656	15,7	103,0
Вторая свекла по яровым зерновым на 4-й год после распашки люцерны			
N ₁₀ P ₁₅	438	16,3	72,5
N ₆₅ P ₁₅₀ K ₇₀	551	16,4	90,5
N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₇₀	602	16,0	97,0
N ₆₅ P ₉₀ K ₃₅	565	16,3	92,2
Третья свекла по озимн на 6-й год после распашки люцерны			
N ₁₀ P ₁₅	410	16,3	66,9
30 т навоза + N ₆₅ P ₁₅₀ K ₇₀	600	16,0	95,5
30 т навоза + N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₇₀	624	15,4	95,8
30 т навоза + N ₆₅ P ₉₀ K ₃₅	604	16,0	96,0

Фрунзенском опорном пункте, главный корень свекловичных растений в стадии вилочки достигает 13,5 см, а боковые корешки распространяются на глубине всего лишь 4—9 см. В фазе первой и второй пары настоящих листьев главный корень углубляется до 33 см, а остальная масса боковых корешков находится все также на глубине 4—11 см. Вот почему внесение в рядки сахарной свеклы даже небольших доз фосфора обеспечивает хороший эффект. Так, например, на лугово-сероземных почвах, получивших 30 кг/га фосфорной кислоты, прибавка урожая корнеплодов составила 17 ц/га, на сероземах легкого механического состава — 23 и на светло-каштановых почвах — 47 ц/га.

Долгое время бытовало мнение, что одновременно с посевом нужно давать лишь суперфосфат, а внесение азота в этот период снижает урожайность свеклы. Между тем еще исследованиями Фрунзенского опытно-селекционного пункта Всесоюзного НИИ сахарной свеклы было установлено положительное влияние азота при его внесении в рядки. При внесении в рядки только фосфорного удобрения (30 кг/га P₂O₅) средний за три года урожай был равен 375 ц/га, сахаристость 19,5% и сбор сахара 73,1 ц/га. В то же время участок, получивший 30 кг фосфорных и 10 кг азотных удобрений в рядки, дал в среднем за три года

398 ц/га корнеплодов свеклы, при сахаристости 19,5%, сбор сахара составил 77,6 ц/га. Следовательно, прибавка урожая за счет азота была равна 23 ц/га и сбор сахара 4,5 ц/га.

Эффективность совместного внесения в рядки $P_{30}K_{10}$ (по сравнению с вариантом, где вообще не было рядкового удобрения), согласно данным Киргизской опытно-селекционной станции по сахарной свекле, выражается повышенным урожаем корнеплодов на 37 — 60 ц/га.

Необходимо отметить, что положительных результатов от рядкового удобрения можно добиться только строго соблюдая вышеуказанные малые нормы азота и фосфора. При повышенных нормах рядкового удобрения, особенно азота, возможно образование вокруг молодых проростков высокой концентрации солей, угнетающе действующих на всходы сахарной свеклы.

Подкормки растений необходимы потому, что действие основного удобрения, внесенного с осени, обнаруживается значительно позже появления всходов ввиду глубокой заделки и частичного вымывания питательных веществ в более глубокие слои почвы. А между тем потребность в элементах питания у сахарной свеклы возникает уже в момент выхода на дневную поверхность почвы подсемядольного колена (И. Ф. Бузанов, 1960) и возрастает с увеличением ассимиляционной поверхности.

По фосфорным подкормкам сахарной свеклы результаты исследований носят более ясный характер, и поэтому представляется возможным сделать по ним практические выводы. Опыты по фосфорным подкормкам проводились на фоне внесения 120 кг азота и 70 кг калия (табл. 11).

Значение фосфора как одного из питательных элементов в повышении продуктивности сахарной свеклы хорошо видно на фоне варианта 3, где отсутствие фосфора снизило урожайность корнеплодов на 167 ц/га, сахаристость на 0,38%, а сбор сахара на 28,1 ц/га.

Подкормки сахарной свеклы фосфорными удобрениями (варианты 4 и 5) дали отрицательный эффект (относительно варианта 1). А перенесение годовой дозы фосфора в подкормки резко снизило продуктивность свекловичных растений: урожайность упала на 146 ц/га, сбор сахара с единицы площади — на 21,5 ц/га.

Следовательно, полученные данные свидетельствуют о том, что в орошаемых условиях нет необходимости в дополнительном обеспечении сахарной свеклы фосфором в период вегетации, если с осени внесена достаточная его до-

Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от сроков и способов внесения фосфорных удобрений

Варианты опыта	Внесено P_2O_5 , кг/га			Урожай корнеплодов		Сахаристость		Сбор сахара	
	под пахоту с осени	в подкормки		ц/га	±	%	±	ц/га	±
		I	II						
1	135	--	--	558	9	16,07	0	89,5	0
2	90	--	--	530	-28	16,17	+0,1	82,8	-6,7
3	без фосфора	--	--	391	-167	15,69	-0,38	61,4	-28,1
4	90	45	--	523	-29	15,46	+0,39	82,2	-7,3
5	90	23	22	547	-18	15,26	+0,19	84,7	-4,8
6	—	37	38	412	-146	15,33	+0,43	68,0	-21,5

за под зяблевую вспашку и дано 15 кг P_2O_5 в рядки при посеве.

Опыты с различными сроками и дозами азотных подкормок проводятся на Киргизской опытно-селекционной станции по сахарной свекле в течение ряда лет. Если рассматривать полученные результаты в отдельности по годам, то они несколько противоречивы, что объясняется различными метеорологическими условиями.

Опыты осуществлялись по двум предшественникам сахарной свеклы: в 1968—1971 гг. — по старопашке, отдаленной от многолетних трав на 3 года и более и в 1969—1970 гг. — по обороту пласта трав. Почвы опытных участков лугово-сероземные с содержанием гумуса 1,71—1,75% в пахотном и 1,13—1,22% в подпахотном горизонтах, валовое содержание азота составляет соответственно 0,111 и 0,089%. Глубина залегания грунтовых вод 2—3,5 м.

Схемой опыта было предусмотрено 8 вариантов с разным внесением азота и без него. Изучались три срока внесения азотных удобрений в подкормки: ранняя (после прорывки растений свеклы), перед первым поливом и в начале августа. Годовая доза азотных удобрений на старопашке 120 кг, на обороту пласта 90 кг/га. Фосфорные P_{135} и калийные K_{70} удобрения вносились как фон с осени под пахоту. Кроме того, растения получали рядковое удобрение $N_{10} P_{15}$.

Агрохимические исследования показали, что независимо от предшественников по всем вариантам опыта отмечается миграция нитратного азота из пахотного горизонта в

подпахотный. Количество его в слое почвы 30 — 50 см остается более высоким до начала проведения подкормок. Однако, по имеющимся данным, вымывание нитратов на лугово-сероземных почвах Чуйской долины не влечет за собой значительных потерь азота. По мере прогревания почвы создаются оптимальные условия для нитрификации и подъема ранее вымытых нитратов в верхние слои почвы.

Во второй декаде мая (перед первой подкормкой) количество нитратного азота в почве возросло по обоим предшественникам. При этом под свеклой, размещенной по обороту пласта, увеличение содержания нитратов шло более интенсивно. Здесь, безусловно, сказалось влияние многолетних трав с их способностью аккумулировать значительные запасы азота в почве. Перед первой подкормкой обнаруживается весьма заметная закономерность: чем больше внесено азотных удобрений с осени, тем выше содержание нитратного азота.

Ранняя азотная подкормка увеличивает количество нитратного азота в пахотном горизонте почвы. Усилившийся рост ботвы сахарной свеклы в первой декаде июня приводит к быстрому истощению его запасов в почве, поэтому действие второй азотной подкормки на увеличение содержания нитратов ослабевает. Кроме того, первый полив, перед которым проводится вторая подкормка, вымывает нитратный азот в более глубокие слои почвы. Перед третьей подкормкой в конце июля — начале августа запасы нитратов в почве полностью используются растениями. Августовская подкормка повышает содержание нитратного азота в пахотном слое почвы.

Влияние разных сроков внесения азотных удобрений (средние данные за 3 года) на продуктивные показатели сахарной свеклы в условиях старопахки отражено в таблице 12.

Как указывалось выше, на лугово-сероземных почвах азот находится в первом минимуме, поэтому сахарная свекла очень отзывчива на внесение азотных удобрений. В нашем опыте отсутствие азота в системе удобрения (вариант 1) привело к снижению урожайности свеклы в среднем за четыре года на 109 ц/га и выхода сахара на 10,2 ц/га.

В варианте 2 с внесением всей дозы азота под пахоту получены высокие показатели продуктивности. Оптимальный азотный режим питания растений в ранний период их роста и длительное сохранение нитратов в почве спо-

Продуктивные показатели сахарной свеклы в зависимости от азотных подкормок

Варианты опыта и их содержание	Густота насаждения тыс./га	Урожай корнеплодов, ц/га	Сахаристость, %	Выход сахара на заводе, ц/га	Урожай ботвы, ц/га
1. Без азота	71,1	417	15,31	55,6	147
2. Годовая доза азота с осени под пахоту	71,5	526	14,81	65,8	200
3. Ранняя азотная подкормка — 27,5 кг/га	71,0	513	15,16	65,8	196
4. Подкормка азотом перед первым поливом — 27,5 кг/га	71,8	495	14,93	62,7	199
5. Две подкормки: ранняя и перед первым поливом по 27,5 кг/га	71,4	492	14,92	61,7	203
6. Две подкормки: ранняя и в начале августа по 27,5 кг/га	70,5	487	14,81	60,5	206
7. Три подкормки: ранняя и перед первым поливом по 27,5 кг/га + дополнительно к годовой дозе 30 кг/га в начале августа	70,6	504	14,58	61,3	233
8. Годовая доза азота в три подкормки	71,2	475	15,14	61,5	206

способствовали интенсивному развитию как листового аппарата, так и корнеплодов.

Ранняя азотная подкормка по эффективности не уступает варианту 2. Хотя средняя урожайность свеклы за четыре года в варианте 3 была на 13 ц/га ниже, чем в варианте 2, однако из-за лучших технологических качеств заводской выход сахара остался одинаковым.

Перенесение части азотных удобрений из основного внесения в подкормку перед первым поливом (вариант 4) по урожайности свеклы уступает варианту 2 на 31 ц/га. Если учесть, что при этом выход сахара на заводе сокращается относительно вариантов 2 и 3 на 3,1 ц/га, то вполне очевидна нецелесообразность такого срока применения азотных удобрений.

Увеличение кратности внесения азотных удобрений до двух подкормок также неэффективно. По средним данным за четыре года исследований, недобор урожая свеклы по сравнению с вариантом 2 составил 34 ц/га и выхода сахара — 4,1 ц/га.

Еще ниже продуктивные показатели сахарной свеклы в

варианте 6, где 55 кг/га азота из годовой дозы перенесено в две подкормки: раннюю и в начале августа. Разница между вариантами 6 и 2 по урожаю корнеплодов составила 39 ц/га, по выходу сахара — 5,3 ц/га. Поздняя августовская подкормка вызвала усиленный рост ботвы в ущерб увеличению массы корнеплодов и накоплению в них сахара. Избыточное азотное питание ухудшило технологические качества сахарной свеклы, поэтому выход сахара в варианте 6 оказался самым низким, исключая безазотный вариант опыта. Таким образом, дробное внесение азотных удобрений в две подкормки — раннюю и в начале августа — отрицательно влияет на продуктивные показатели сахарной свеклы, оно нежелательно в зоне орошаемого свеклосеяния республики на лугово-сероземных почвах.

В варианте 7, где осуществлялись три подкормки, причем последняя (августовская) вносилась как дополнение к годовой дозе азотных удобрений, не получено положительных результатов в сопоставлении с вариантом 2 опыта. Перенесение годовой нормы азотных удобрений из основного внесения в три подкормки (вариант 8) снизило урожай корнеплодов на 58 ц/га и выход сахара на 4,3 ц/га.

Сравнение варианта 3 с вариантами 5, 6, 7 и 8 свидетельствует о нецелесообразности увеличения кратности внесения азотных удобрений под сахарную свеклу на старопашке. Лучшими способами внесения азота под сахарную свеклу на старопашке являются сочетание основного удобрения с ранней подкормкой, а также запашка его годовой нормы с осени под пахоту.

Эффективность дробного внесения азотных удобрений по обороту пласта трав проявляется несколько иначе, чем на старопашке (табл. 13). После многолетних трав в почве накапливается значительное количество органического азота ввиду разложения обильных растительных остатков, чего нет на старопашке.

В варианте без азота снижение урожая корнеплодов составило 79 ц/га, выхода сахара — 7,1 ц/га, то есть намного меньше, чем на старопашке. Это свидетельствует о лучшей обеспеченности свеклы азотом за счет его почвенных запасов.

Вариант с запашкой годовой дозы азотных удобрений с осени обеспечил получение высокого урожая сахарной свеклы (576 ц/га) благодаря созданию оптимального режима питания в течение всей вегетации. Однако длительное сохранение нитратов в почве вызвало несколько излишнее снабжение свеклы азотом в конце вегетационного

Влияние азотных подкормок на продуктивность сахарной свеклы по обороту пласта трав (средние данные за 2 года)

Варианты опыта и их содержание	Густота насаждения, тыс./га	Урожай корнеплодов, ц/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, ц/га	Урожай ботвы, ц/га
1. Без азота	73,6	497	14,83	60,7	189
2. Годовая доза азота с осени под пахоту	73,7	576	14,58	67,8	230
3. Ранняя азотная подкормка 27,5 кг/га	74,5	561	14,83	68,2	235
4. Подкормка азотом перед первым поливом — 27,5 кг/га	72,6	557	14,80	68,8	244
5. Две подкормки: ранняя и перед первым поливом по 27,5 кг/га	73,1	556	14,59	66,3	220
6. Две подкормки: ранняя и в начале августа по 27,5 кг/га	71,9	549	14,34	62,9	252
7. Три подкормки: ранняя и перед первым поливом по 27,5 кг/га + дополнительно к годовой дозе 30 кг/га в начале августа	71,7	561	13,92	61,6	237
8. Годовая доза азота в три подкормки	72,8	517	14,42	60,0	247

периода, что привело к ухудшению ее технологических качеств и снижению сахаристости корней по сравнению с третьим вариантом.

Проведение ранней азотной подкормки (вариант 3) создало благоприятные условия для роста и развития сахарной свеклы. К концу июля здесь растения имели хорошо развитый ассимиляционный аппарат, обеспечивающий рост корнеплода и накопление в нем сахара.

Задержка с проведением первой подкормки на старопашке (вариант 4) снизила продуктивность сахарной свеклы, так как в ранний период роста растений возник азотный дефицит. По обороту пласта трав подобное промедление не влечет за собой снижения урожайности корней и их сахаристости ввиду усиленного питания растений азотом за счет иммобилизации его из почвенных запасов. Кроме того, по обороту пласта проявляется положительное влияние азотной подкормки перед первым поливом, проведение которой стимулирует усвоение запасов почвенного азота.

Дробное внесение азотных удобрений в варианте 6 при-

вело к снижению продуктивных показателей сахарной свеклы относительно вариантов 2, 3 и 4. Это связано с азотным дефицитом в первой и отчасти во второй половине вегетации, а также с поздним сроком внесения азота, вызывающим усиленный рост ботвы за счет массы корнеплодов и их сахаристости. Увеличение кратности внесения азотных удобрений до трех подкормок (вариант 7) сказалось отрицательно, особенно на содержании сахара в корнях свеклы. Внесение годовой дозы азотных удобрений за три подкормки (вариант 8) привело к резкому падению урожая корней сахарной свеклы и выхода сахара с единицы площади.

Таким образом, при размещении сахарной свеклы по обороту пласта многолетних трав внесение годовой дозы азотных удобрений с осени под пахоту по эффективности равно дробному ее применению, но с условием, что последняя подкормка будет проведена перед первым поливом. Более позднее внесение азотных удобрений влечет за собой потери урожая и сахара в связи с чрезмерно усиленным ростом ботвы и ухудшением технологических качеств свеклы. Увеличение годовой нормы азота на 30 кг/га и внесение его в начале августа излишне, так как не дает должной отдачи.

В условиях лугово-сероземных почв Чуйской долины калийные удобрения следует давать только осенью под глубокую пахоту. Внесение калия в рядки при посеве свеклы нежелательно, так как при этом угнетаются молодые всходы. Эффективность перенесения калия в подкормку изучалась Д. Н. Корневым (1964) на обыкновенных сероземах предгорной зоны, где этот прием дал некоторый положительный эффект. На засоленных землях внесение калия исключается полностью.

Как показали исследования, на эффективность минеральных удобрений значительное влияние оказывает правильный подбор их форм. Так, на сероземно-луговых почвах наибольшая прибавка урожая корнеплодов сахарной свеклы от азотных туков получена от применения аммиачной селитры, а на северных обыкновенных сероземах — от мочевины (табл. 14).

Эффективность различных форм фосфорных удобрений также отличается на разных почвах. Так, на сероземно-луговых почвах наибольшую продуктивность сахарной свеклы обеспечил аммонизированный суперфосфат, а на северных обыкновенных сероземах аммофос, преципитат и аммонизированный суперфосфат показали одинаковый

Эффективность различных форм азотных удобрений при внесении под сахарную свеклу

Варианты опыта	Урожай корнеплодов, ц/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, ц/га
Сероземно-луговые почвы			
N ₁₅₀ K ₇₀ (фон)	546	15,85	86,8
Фон + аммиачная селитра	628	15,3	95,9
Фон + цианамид кальция	613	15,4	94,6
Фон + сульфат аммония	597	15,6	92,6
Северные обыкновенные сероземы			
P ₁₂₀ K ₆₀ (фон)	496	17,8	88,6
Фон + сульфат аммония	579	17,4	100,8
Фон + аммиачная селитра	575	17,4	100,0
Фон + мочевины	603	17,7	106,8

результат (табл. 15). Последнее полностью относится и к калийным удобрениям — хлористому калию, сернокислому калию и калийной соли.

Применение удобрений способствовало повышению урожайности сахарной свеклы на 62—146 ц/га при уровне урожая на контрольном варианте 513 ц/га (табл. 16 и 17). Простые и сложные удобрения при всех дозах их внесения показали одинаковую эффективность как по урожайности, так и по содержанию сахара в корнеплодах свеклы. При увеличении доз удобрений в два раза урожай корнеплодов повысился по сравнению с одинарными их нормами в среднем на 49 ц/га, что значительно ниже уровня наименьшей существенной разницы по опыту (70 ц/га).

В отличие от урожайности технологические качества сахарной свеклы в зависимости от форм и доз минеральных удобрений изменялись в меньшей степени. Тем не менее на вариантах с удвоенными дозами простых и сложных удобрений отмечена устойчивая тенденция снижения технологических качеств свекловичного сырья. Например, доброкачественность нормального очищенного сока снизилась на 1,0—2,3 единицы, потери сахара в мелассе увеличились на 0,11—0,26%, а содержание растворимой золы — на 0,21—0,40%. По этой причине не выявлено преимущество увеличенных доз удобрений перед одинарными их дозами по количеству расчетного выхода сахара на заводе. Наибольший выход сахара получен при одинарных дозах сложных удобрений — 60,1—62,4 ц/га.

Внесение 1 кг/га сернокислого цинка в рядки при посе-

Эффективность различных форм фосфорных удобрений при внесении под сахарную свеклу

Варианты опыта	Урожай корне- плодов, ц/га	Сахарис- тость, %	Сбор сахара, ц/га
Сероземно-луговые почвы			
N ₉₀ -120K ₅₀ -70 (Фон)	447	14,8	66,3
Фон + простой суперфосфат	550	15,4	84,3
Фон + аммофос	563	15,1	85,2
Фон + обесфторенный фосфат	581	15,0	87,0
Фон + преципитат	537	15,1	80,9
Фон + двойной суперфосфат	557	15,3	84,7
Фон + термофосфат	538	15,2	81,8
Северные обыкновенные сероземы			
N ₉₀ K ₆₀ (Фон)	619	—	—
Фон + простой суперфосфат	638	17,4	111,0
Фон + обесфторенный фосфат	645	17,5	112,9
Фон + преципитат	639	18,0	114,9
Фон + аммонизированный суперфосфат	665	17,3	115,1
Фон + аммофос	656	18,0	118,1

ве не повысило урожай свеклы, не улучшило технологические качества сырья и не повлияло на закономерность действия простых и сложных удобрений. По-видимому, такая небольшая доза цинка, внесенная в ранней фазе роста сахарной свеклы с учетом его закрепления почвенно-поглощающим комплексом, существенно не изменяет систему питания сахарной свеклы.

Установлена высокая экономическая эффективность применения минеральных удобрений под сахарную свеклу. В зависимости от их доз и форм условно чистый доход с 1 га составил 137—457 руб., а на каждый рубль затрат — 0,9—5,7 руб. Наибольший экономический эффект в опыте обеспечен от внесения одианных доз сложных удобрений — условно чистый доход в расчете на 1 га составил 344—545 руб., на 1 ц внесенных удобрений — 56—75 руб., на 1 рубль затрат — 4,4—5,7 руб.

Таким образом, в орошаемых условиях Чуйской долины на лугово-сероземных почвах внесение под сахарную свеклу рекомендуемых ранее доз (N₁₂₀P₁₅₀K₇₀) как простых, так и сложных минеральных удобрений более эффективно, чем применение увеличенных в 2 раза норм этих удобрений. Сложные и простые удобрения обеспечили примерно одинаковую прибавку урожая корнеплодов и сахаристости

Схема опыта по изучению сравнительной эффективности применения простых и сложных удобрений под сахарную свеклу

Варианты опыта	Годовая доза, кг/га				Форма удобрений	Вносится под пахоту			Вносится в рядки при посеве		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ZnSO ₄		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	ZnSO ₄
1	10	20	—	—	простая	—	—	—	10	20	—
2	120	150	70	—	—»—	110	130	70	10	20	—
3	120	150	70	—	сложная	110	130	70	10	20	—
4	240	300	140	—	простая	230	280	140	10	20	—
5	240	300	140	—	сложная	230	280	140	10	20	—
6	120	150	70	1,0	простая	110	130	70	10	20	1,0
7	120	150	70	1,0	сложная	110	130	70	10	20	1,0
8	240	300	140	1,0	простая	230	280	140	10	20	1,0
9	240	300	140	1,0	сложная	230	280	140	10	20	1,0

Влияние удобрений на урожай и качество сахарной свеклы

Варианты опыта	Урожай корне- плодов, ц/га	Добрака- чествен- ность очищен- ного со- ка, %	Содер- жание раствор- имой зола, %	Потери сахара в мелас- се, %	Расчетный выход сахара	
					%	ц/га
1	513	91,2	0,157	1,67	9,99	51,3
2	598	90,3	0,175	1,85	9,69	57,8
3	575	91,3	0,161	1,73	10,59	60,1
4	649	89,3	0,196	1,98	9,16	58,2
5	659	90,1	0,201	1,84	9,40	59,3
6	589	90,6	0,185	1,80	9,81	57,7
7	585	92,0	0,160	1,61	10,69	62,4
8	622	89,9	0,194	1,91	9,46	59,0
9	621	89,7	0,190	1,87	9,25	57,2
P% ₀₅	3,9	0,6	5,3	1,8	3,0	5,1
НСР ₀₅	70	1,6	0,028	0,1	0,86	8,8

свеклы, однако по технологическим качествам свекловичного сырья, расчетному выходу сахара на заводе и особенно по показателям экономической эффективности преимуще-ство имеют сложные удобрения. Поэтому представляется целесообразным в этих условиях применение под сахарную свеклу в качестве основного удобрения аммофоса, нитрофоса и нитроаммофоски.

УДОБРЕНИЕ БЕЗВЫСАДОЧНЫХ СЕМЕННИКОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Успешное выращивание семян сахарной свеклы зави-сит как от климатических условий, так и от соблюдения комплекса агротехнических мероприятий, направленных на получение в первом году жизни растений ксероморфной структуры, т. е. корней мелкоклеточного строения, которые хорошо приспособлены к неблагоприятным факторам зи-мы, и во втором году (после перезимовки растений) — максимальной продуктивности семян.

В решении этих проблем, как показали научные иссле-дование и передовая практика, большое значение имеет правильно построенная система удобрения. В соответствии с биологическими особенностями безвысодочных семенни-ков сахарной свеклы, а также с учетом специфики их вы-

рашивания, удобрения распределяются в три срока — основное под вспашку, рядковое при посеве и в подкормки. Дозы удобрений зависят от типа почв, их плодородия, предшествующих культур и сорта.

Как отмечает А. В. Добротворцева (1975), густота насаждения семенников сахарной свеклы при безвысадочном способе их выращивания обычно бывает намного больше, чем при обычном производстве семян, поэтому необходимо увеличивать дозы удобрений на 20—25%. Следует отметить, что в определении доз, форм и способов внесения минеральных удобрений больших различий между посевами фабричной свеклы и безвысадочных семенников этой культуры не отмечено, принципиальное отличие состоит в сроках внесения удобрений.

Так, если под сахарную свеклу основную часть минеральных туков, в том числе и азотных, рекомендуется вносить осенью под зяблевую вспашку, то под семенники азот полностью исключается не только в основное удобрение, но и в рядки при посеве. Это обусловлено необходимостью получения в первый год вегетации растений мелкоячеистой структуры, внесение же азотных удобрений препятствует этому.

Как показали исследования, проведенные на Киргизской опытно-селекционной станции по сахарной свекле, зимостойкость свекловичных растений резко снижается при внесении азотных удобрений в первый год жизни семенников. Так, N_{40} в основное удобрение по этой причине снизило урожай семян свеклы до 2,7 ц/га (табл. 18), а полное исключение осеннего удобрения — на 6,3 ц/га и значительно ухудшило качество семян, что обусловило и уменьшение урожая фабричной свеклы на 41,3 ц/га.

В качестве основного удобрения под безвысадочные семенники свеклы вносят всю дозу фосфорных (за исключением P_{15-20}) и калийных удобрений, в рядки при посеве применяют только фосфорные удобрения в дозе P_{15-20} , азотные удобрения рекомендуются во второй год вегетации в две подкормки. Первую азотную подкормку проводят рано весной, как только семенники тронутся в рост, и совмещают ее с рыхлением междурядий. Этот срок наступает обычно в третьей декаде марта — первой декаде апреля, когда температура воздуха почвы еще низка, микробиологические процессы в ней ослаблены и почвенные запасы азота используются растениями свеклы в слабой степени. Поэтому в указанный период возрастает роль улучшения воздушного и азотного режимов почвы, ослабленные после

Влияние сроков внесения удобрений на урожай свеклосемян

Варианты опыта	Удобрения, кг/га действующего вещества								Урожай семян, ц/га
	основное			в рядки при посеве	в подкормку во 2-м году жизни	всего за 2 года			
	N	P	K			N	P	K	
				P	N				
1	0	0	0	15	0	0	15	0	20,6
2	0	135	70	15	100	100	150	70	24,8
3	40	135	70	15	60	100	150	70	22,1

перезимовки растения свеклы хорошо реагируют на эти изменения, быстро растут и развиваются. Вторую азотную подкормку проводят обычно в первой половине мая в фазе стрелкования семенников.

С целью определения оптимальных доз удобрений и соотношений элементов питания семенников сахарной свеклы при безвысадочном способе их выращивания были проведены специальные исследования на Киргизской опытно-селекционной станции по сахарной свекле. Установлено, что на лугово-сероземных почвах при средней обеспеченности их подвижными фосфатами и высокой — обменным калием с содержанием гумуса 1,7 — 2,0% в пахотном горизонте под семенники диплоидных сортов удобрения следует вносить из расчета $N_{10} P_{150} K_{70}$ кг/га. Дальнейшее увеличение норм удобрений не способствовало повышению урожая и качества свеклосемян. По урожаю все варианты опыта оказались равноценными, но установлена тенденция снижения качества семян при увеличении доз азота.

В настоящее время как в нашей стране, так и за рубежом на сравнительно больших площадях высевают триплоидные гибриды сахарной свеклы, выведенные путем скрещивания тетраплоидных форм с диплоидными. Рядом исследователей установлено, что созданная новая форма сахарной свеклы — полиплоидная более отзывчива на усвоение питания, чем диплоидная. Опыты, проведенные на Киргизской опытно-селекционной станции в 1970—1975 гг., также подтвердили эту закономерность.

За контроль были приняты дозы удобрений, ранее рекомендованные под безвысадочные семенники сахарной свеклы ($N_{90} P_{150} K_{70}$ кг/га), а остальные варианты отлича-

Таблица 19

Влияние разных доз минеральных удобрений на урожай и качество семян полиплоидной сахарной свеклы (средние данные за 4 года)

Варианты опыта	Удобрения, кг/га действующего вещества								Урожай семян, ц/га	Масса 1000 клубочков, г	Всхожесть, %	Состав семян по фракциям, %		
	с осени под пахоту		в рядки при посеве	N в подкормки во 2-м году жизни		всего за 2 года жизни						более 5,5 мм	5,5—4,5 мм	4,5—3,5 мм
	P	K		P	1-ю	2-ю	N	P						
1	140	70	10	45	45	90	150	70	26,5	26,0	79	34,8	41,9	23,3
2	215	70	10	45	45	90	225	70	29,2	26,5	81	36,5	41,2	22,3
3	140	70	10	90	90	180	150	70	29,2	26,0	80	35,9	41,5	22,6
4	140	105	10	45	45	90	150	105	27,2	26,5	80	36,4	42,0	21,6
5	215	70	10	90	90	180	225	70	30,1	26,5	82	38,6	39,7	21,7

Схема опыта

Варианты опыта	Дозы минеральных удобрений, кг/га действующего вещества								Густота насаждения перед уходом в зиму, тыс/га
	всего за год			осенью под пахоту		при посеве	весной в подкормки, N		
	N	P	K	P	K	P	1-ю	2-ю	
1 (конт- роль)	90	150	70	135	70	15	90	0	200
2	135	225	105	210	105	15	90	45	200
3	180	300	140	285	140	15	90	90	200
4	180	300	0	285	0	15	90	90	200
5	90	150	70	135	70	15	90	0	300
6	135	225	105	210	105	15	90	45	300
7	180	300	140	285	140	15	90	90	300
8	180	300	0	285	0	15	90	90	300
9	90	150	70	135	70	15	90	0	400
10	135	225	105	210	105	15	90	45	400
11	180	300	140	285	140	15	90	90	400
12	180	300	0	285	0	15	90	90	400

лись от контроля увеличением в 1,5—2 раза доз азота, фосфора и калия.

Лучшие результаты как по урожаю, так и по качеству семян получены при выращивании семенников на фоне $N_{180}P_{225}K_{70}$ кг/га. По сравнению с контрольным вариантом прибавка урожая семян составила 3,6 ц/га, их всхожесть повысилась на 3% и наблюдалась тенденция к снижению удельного веса семян мелкой фракции (табл. 19).

В производственных условиях Киргизской опытно-селекционной станции выращивание свеклосемян полиплоидной сахарной свеклы безвысадочным способом на усиленном фоне азота (в 2 раза) и фосфора (в 1,5 раза) по сравнению с $N_{90}P_{150}K_{70}$ кг/га способствовало повышению урожая семян на 4,1 ц/га.

Факторами, в определенной степени определяющими хорошую перезимовку растений и уровень урожайности семян сахарной свеклы, являются густота насаждения и условия минерального питания растений. С 1977 по 1979 г. на Киргизской опытно-селекционной станции по сахарной свекле были проведены исследования по разработке оптимальных параметров этих двух факторов путем закладки

Влияние густоты насаждения и условий минерального питания на сохранность растений безвысадочных семенников сахарной свеклы, тыс./га

Варианты опыта	Густота формирования, тыс./га	Перед уходом в зиму, среднее	После перезимовки, среднее	% сохранившихся растений	Перед уборкой, среднее	% сохранившихся растений	% сохранившихся растений от перезимовки до уборки
1	200	195,8	151,9	77,6	103,1	52,4	67,9
2	200	195,2	148,8	76,2	104,8	53,7	70,4
3	200	173,6	132,8	76,5	91,7	52,8	69,0
4	200	169,5	144,2	85,1	95,6	56,4	66,3
5	300	224,3	178,9	79,7	120,7	53,8	67,5
6	300	228,9	179,7	78,5	120,2	52,5	66,9
7	300	226,6	167,1	73,7	96,3	42,5	57,6
8	300	220,4	180,5	81,8	97,6	44,3	54,0
9	400	307,5	229,0	74,5	134,8	43,8	58,8
10	400	314,6	321,4	73,5	130,8	42,6	56,5
11	400	273,7	199,7	72,2	108,7	39,3	54,4
12	400	312,7	220,6	70,5	98,2	31,4	44,5

полевых опытов на тяжелосуглинистых лугово-сероземных почвах.

Опыты закладывались в четырехкратной повторности (табл. 20). Площадь учетной делянки 160 м². Высевался сорт Киргизская односемянная 25 с нормой 20 кг/га. Предшественник — яровой ячмень. Ширина междурядий 60 см. Прорывка на заданную густоту насаждения растений проводилась вручную в фазе 1—2 пар настоящих листьев.

Ранее проведенные на станции исследования показали, что за период вегетации семенники сахарной свеклы сильно изреживаются. Однако не было установлено, в какой именно период происходит наибольшее изреживание растений, и не разработаны меры, предотвращающие их гибель.

Расчетная густота насаждения в наших опытах формировалась вручную согласно приведенной выше схеме, однако в период после прорывки и до ухода в зиму наблюдалось выпадение растений из-за загущенности посевов, повреждения озимой совкой и др.

Известно, что поврежденные и мелкие корни значительно хуже переносят зиму. Так, в вариантах с густотой насаждения 300 и 400 тыс./га в перезимовку ушло только 240—310 тыс./га.

Данные, приведенные в таблице 21, показывают, что густота насаждения растений перед уходом в зиму во всех вариантах была занижена против расчетной, но тем не менее разница между вариантами по густоте наблюдалась в пределах 40—130 тыс./га. По проценту сохранившихся растений после перезимовки все варианты опыта практически оказались равноценными. В среднем за два года осталось 75—80% растений от ушедшего их количества в перезимовку. Во втором году жизни после перезимовки и до уборки выпало еще 35—40% растений. Всего за вегетацию (от ухода в зиму и до уборки) в вариантах с густотой 200 тыс. сохранилось 55%, а в вариантах 300 и 400 тыс./га — 50 и 40% растений.

Следовательно, можно предположить, что лучшая сохранность растений в вариантах с густотой насаждения 200 тыс./га обусловлена более интенсивным их развитием в первый год жизни безвысадочной культуры.

По урожаю семян (табл. 22) не выявлено преимуществ ни одного из изучавшихся вариантов опыта. По-видимому, разница в густоте насаждения компенсировалась более интенсивным развитием растений при меньшей их густоте и тем самым не отразилась на урожае свеклосемян. Наибольший процент составляют фракции 4,5—3,5 и 4,5—5,5 мм. То же самое можно отметить в отношении показателей всхожести и абсолютной массы семян.

Как сказались внесение разных доз удобрений и соотношений элементов питания на перезимовку, ход роста и развития, а также на продуктивность безвысадочных семенников сахарной свеклы? Выше уже отмечалось, что за контроль была принята доза $N_{90}P_{150}K_{70}$. Остальные варианты отличались от контроля увеличением в 1,5 или 2 раза дозы всех трех компонентов (азота, фосфора, калия).

Ранее проведенными исследованиями было доказано, что при низкой обеспеченности почвы подвижными элементами питания внесение фосфора и калия с осени повышает зимостойкость растений. Однако наши опыты проводились на фоне высокой обеспеченности почвы подвижными элементами питания — исходное содержание подвижной P_2O_5 составило 59 мг/кг и обменного калия — 388 мг/кг почвы (табл. 23). Можно предположить, что при такой обеспеченности растения не нуждались в дополнительном внесении удобрения для образования мелкоклеточной структуры корня, накопления сухих веществ и сахара в первом году жизни. Таким образом, дополнительное внесение фос-

Влияние густоты насаждения и условий минерального питания на урожай и качество семян

Варианты опыта	Густота формирования, тыс./га	Густота растений перед уборкой, тыс./га	Урожай, ц/га	Всхожесть, %	Состав семян по фракциям, %				Абсолютная масса, сред. нес
					более 5,5	5,5—4,5	4,5—3,5	3,5—3,0	
1	200	103,1	27,0	75,4	6,1	29,8	49,4	14,7	14,5
2	200	104,8	26,1	75,8	7,2	31,8	46,8	14,2	15,0
3	200	91,7	26,0	67,8	6,2	30,7	47,0	16,1	14,0
4	200	95,6	26,5	66,3	5,9	30,2	48,1	15,8	14,0
5	300	120,7	26,6	74,1	5,9	29,4	49,1	15,6	14,3
6	300	120,3	26,9	72,1	6,8	30,2	47,2	15,8	14,3
7	300	96,1	26,7	69,2	5,9	28,3	49,2	16,6	13,6
8	300	97,6	25,4	70,0	7,1	32,9	45,3	13,7	14,6
9	400	134,0	27,1	75,6	6,0	28,3	49,1	15,6	13,8
10	400	130,8	26,3	67,7	7,1	29,0	47,9	15,0	13,8
11	400	103,7	27,1	73,7	7,0	30,6	47,0	15,4	14,1
12	400	98,2	26,3	70,3	6,6	30,9	45,7	15,8	13,9

форных и калийных удобрений по вариантам опыта на перезимовку растений не повлияло (табл. 22).

Во втором году жизни безвысадочных семенников были отобраны в три срока почвенные пробы для определения влияния вносимых удобрений на питательный режим почвы (табл. 23). Из данных таблицы видно, что в первый срок взятия проб содержание азота, фосфора и калия существенно не отличалось. В два последующие срока отбора проб различия в содержании подвижного фосфора и обменного калия по вариантам опыта также были незначительными, а количество нитратного азота вследствие усиления микробиологической активности почвы возросло. К концу вегетации семенников отмечена тенденция снижения содержания подвижного фосфора и обменного калия в почве, примерно в одинаковой степени, независимо от доз вносимых удобрений, что объясняется значительным потреблением указанных элементов питания свекловичными растениями при формировании урожая. Тем не менее следует отметить, что в течение всей вегетации семенников содержание подвижной P_2O_5 и обменной K_2O было высоким и не являлось лимитирующим фактором формирования высоких урожаев свеклосемян.

Это предположение подтверждается и содержанием ука-

Влияние разных доз удобрений на содержание подвижных элементов питания в почве по безвысадочным семенникам сахарной свеклы

Варианты опыта	Мг/кг абсолютно сухой почвы																	
	N—NO ₂						P ₂ O ₅						K ₂ O					
	21/IV		16/V		27/VII		21/IV		16/V		27/VII		21/IV		16/V		21/IV	
	0—30	30—50	0—30	30—50	0—30	30—50	0—30	30—50	0—30	30—50	0—30	30—50	0—30	30—50	0—30	30—50	0—30	30—50
1	7	5	7	3	7	3	71	32	77	26	66	43	315	306	386	344	353	311
2	8	5	12	7	14	9	78	32	72	27	60	36	412	323	420	382	355	298
3	5	5	13	13	22	9	82	27	66	27	62	29	358	337	358	313	339	301
4	5	3	8	10	11	4	77	44	57	23	75	35	433	386	367	337	358	308
5	6	6	4	2	6	3	83	32	71	35	60	32	375	350	382	380	395	340
6	9	7	6	4	8	3	81	35	64	22	57	26	398	356	366	308	318	270
7	4	3	15	9	14	3	86	25	65	25	53	24	327	349	390	346	337	320
8	7	3	14	9	11	14	72	30	58	28	72	25	412	383	401	359	379	347
9	8	4	5	4	8	3	79	37	66	29	62	27	411	362	384	353	353	318
10	6	3	5	4	11	4	87	34	53	22	52	26	378	335	351	319	318	276
11	5	4	6	7	18	4	74	31	62	21	59	24	393	350	386	336	381	326
12	8	4	10	6	15	10	68	35	63	33	66	31	378	311	350	319	367	306

Влияние разных доз удобрений на валовое содержание азота, фосфора и калия в растениях безвысадочной культуры сахарной свеклы

Варианты опыта	Содержание вариантов			Листья			Стебли			Семена		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	90	150	70	2,54	0,560	3,34	0,81	0,184	3,17	2,12	1,024	2,22
2	135	225	105	2,33	0,498	3,29	0,80	0,141	3,10	1,90	0,726	2,06
3	180	300	140	2,26	0,506	3,31	0,75	0,137	3,31	1,87	0,723	1,77
4	180	300	0	2,34	0,496	3,33	0,81	0,175	2,90	2,03	0,806	2,07
5	90	150	70	2,12	0,604	2,98	0,70	0,156	3,22	2,17	0,720	1,93
6	135	225	105	2,31	0,529	3,30	0,73	0,162	3,05	1,80	0,707	2,01
7	180	300	140	2,33	0,559	3,53	0,86	0,166	3,33	2,45	0,781	2,00
8	180	300	0	2,50	0,486	3,11	0,79	0,150	3,05	1,95	0,934	2,19
9	90	150	70	1,98	0,410	3,43	0,64	0,142	3,26	1,82	0,722	1,94
10	135	225	105	2,23	0,527	3,33	0,67	0,166	3,08	2,16	0,726	2,12
11	180	300	140	2,09	0,467	3,39	0,81	0,176	3,07	1,89	0,710	2,00
12	180	300	0	2,13	0,463	3,42	0,75	0,170	2,98	1,85	0,715	2,08

занных выше элементов питания в растениях безвысадочных семенников. Из данных таблицы 24 видно, что между вариантами опыта по валовому содержанию азота, фосфора и калия в растениях (листья, стебли и семена) существенной разницы нет. Однако в наибольшей степени внесенные удобрения использовались растениями в контрольном варианте.

Приведенные в таблице 22 данные показывают, что варианты опыта по урожаю и качеству семян существенно не различаются. Лишь отмечена тенденция незначительного снижения всхожести семян при увеличении доз удобрений. Следовательно, при высокой обеспеченности почвы подвижными формами фосфора и калия на лугово-сероземных почвах Чуйской долины под безвысадочные семенники сахарной свеклы нет необходимости увеличивать дозы удобрений выше ранее рекомендованных — $N_{90}P_{150}K_{70}$.

Таким образом, в орошаемых условиях Чуйской долины общие дозы минеральных удобрений под безвысадочные семенники сахарной свеклы могут колебаться в пределах $N_{100-180}, P_{120-250}, K_{40-120}$ кг/га, и они должны корректироваться в каждом конкретном случае в зависимости от почвенно-климатических и агротехнических условий, а также от уровня планируемого урожая.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

Длительное систематическое применение удобрений играет важную роль в проблеме окультуривания почв. При этом происходят определенные количественные и качественные изменения состава питательных веществ, физико-химических и биологических свойств, которые в конечном счете определяют ее плодородие. Изучение этих изменений имеет большое значение для правильного, наиболее эффективного применения удобрений.

С этой целью нами проведены исследования по изучению влияния длительного применения навоза и минеральных удобрений на содержание гумуса и азота, групповой состав фосфатов и форм калия в почве в двух стационарных опытах Киргизской опытно-селекционной станции по сахарной свекле.

За период проведения опытов в почву с удобрениями

Количество внесенных питательных веществ с удобрениями за время опытов, кг/га

Варианты опыта	Внесено с навозом			Внесено с минеральными удобрениями			Всего внесено		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Первый стационарный опыт, заложенный в 1940 г.									
1. Контроль	—	—	—	120	210	—	120	210	—
2. Основная система	825	330	990	1260	1910	265	2085	2240	1255
3. Повышение дозы удобрений	1575	630	1890	1675	2840	400	3250	3470	2290
Второй стационарный опыт, заложенный в 1949 г.									
1. Контроль	—	—	—	120	180	—	120	180	—
2. Основная система	450	225	630	1045	1510	830	1495	1735	1460
3. Основная система + 1/2 НРК	450	225	630	605	880	450	1055	1105	1080
4. Основная система — 1/2 НРК	450	225	630	1485	2140	1190	1935	2365	1820
5. Минеральная система	—	—	—	1475	1730	1445	1475	1730	1445

внесено следующее количество питательных веществ (табл. 25).

Результаты агрохимического анализа образцов, взятых при закладке опыта на лугово-сероземных почвах (второй стационар), показали неодинаковое содержание гумуса и азота. Почва контрольного и пятого вариантов отличалась повышенным содержанием органического вещества как в пахотном, так и подпахотном горизонтах, остальные варианты опыта имели примерно одинаковое содержание гумуса и азота. Повторный анализ этих образцов, проведенный нами, показал примерно такие же результаты (табл. 26). Поэтому при проведении исследований почвенные образцы для более точного сравнения отбирались с тех же полей и повторений опыта, что и при его закладке.

По данным этих исследований, как общую закономерность для всех вариантов опыта следует отметить сниже-

Влияние длительного применения удобрений на содержание гумуса и общего азота в лугово-сероземной почве

Варианты опыта	Горизонт, см	Содержание гумуса		Содержание азота	
		в % от веса воздушно-сухой почвы			
		1949	1971—1972	1949	1971—1972
1. Контроль	0—25	2,11	1,80	0,130	0,115
	25—50	1,27	1,34	0,086	0,088
2. Основная система	0—25	1,89	1,82	0,119	0,114
	25—50	1,13	1,33	0,075	0,085
3. Основная система + 1/2 NPK	0—25	1,96	1,87	0,122	0,116
	25—50	1,20	1,34	0,079	0,087
4. Основная система — 1/2 NPK	0—25	1,88	1,78	0,126	0,112
	25—50	1,08	1,25	0,079	0,086
5. Минеральная система	0—25	2,26	1,89	0,138	0,121
	25—50	1,24	1,43	0,085	0,095

ние гумуса и азота в пахотном и увеличение их в подпахотном горизонте почвы. В наибольшей степени процесс минерализации выражен на контрольном и пятом вариантах.

В пахотном горизонте почвы этих вариантов убыль гумуса соответственно составляет 14,6 и 16,4%, а азота — 11,5 и 12,3% от исходного их содержания. Применение навоза 30 т/га за ротацию севооборота совместно с минеральными удобрениями значительно сократило минерализацию органического вещества в слое 0—25 см, содержание гумуса здесь снизилось только на 3,7—5,3%, а азота — на 3,2—4,9% по сравнению с исходным фоном. При этом между вариантами с разными дозами минеральных удобрений (2, 3, 4) существенных различий не установлено.

В подпахотном горизонте исследуемой почвы увеличение содержания органического вещества в наибольшей степени выражено на удобренных вариантах, где содержание гумуса увеличилось на 11,7—17,7%, а азота — на 8,9—13,3% по сравнению с данными опытов 1949 г.

В опыте, заложенном на сероземно-луговых почвах (первый стационар), исходные образцы почвы не сохранились. В нашем распоряжении имелись почвенные образцы, отобранные в 1950 г., которые были использованы для изучения изменений агрохимических показателей за прошедшие 22 года. При закладке по деланкам опыта было опре-

делено содержание общего гумуса. Этот показатель на изучаемых вариантах опыта довольно одинаковый. Следовательно, можно предположить, что и другие агрохимические показатели при закладке опыта были примерно одинаковыми по вариантам.

После введения 8-польного севооборота и десятилетнего (1941 — 1950 гг.) применения навоза и минеральных удобрений содержание гумуса в пахотном горизонте почвы значительно увеличилось, а в подпахотном (20 — 40 см) слое произошло некоторое снижение этого показателя.

Исследованиями установлено, что под влиянием длительного сельскохозяйственного использования происходит постепенная минерализация органического вещества в верхнем наиболее плодородном слое сероземно-луговой почвы (табл. 27). В этом горизонте за 32 года проведения опыта содержание гумуса на контрольном варианте снизилось на 0,38% по сравнению с исходным фоном. Применение навоза и минеральных удобрений (варианты 2 и 3) уменьшило этот процесс, потери гумуса здесь составили 0,05 — 0,23%.

Основным критерием интенсивного разложения гумуса М. М. Кононова (1968) считает наличие оптимального гидро-термического режима и высокую биологическую активность орошаемых сероземов.

В данном опыте в подпахотном горизонте почвы произошло значительное накопление гумуса. Даже на контрольном варианте отмечена некоторая тенденция увеличения содержания гумуса, а на удобренных вариантах оно повысилось по сравнению с исходной величиной на 0,28 — 0,32%.

Количественные изменения общего азота в основном произошли параллельно изменению содержания гумуса. Из-за отсутствия данных по азотному режиму почвы до закладки опыта сравнение проводили с данными за 1950 г. За прошедший период в пахотном горизонте интенсивность снижения общего азота на удобренных вариантах составляет 14,4 — 14,7%, а по абсолютной величине она превосходит контроль на 0,014 — 0,016%. В подпахотном горизонте наблюдается обратный процесс.

Следует отметить, что на характер изменения органического вещества в исследуемых почвах определенное влияние оказывает применяемая в севообороте разноглубинная вспашка (22 — 32 см), в результате происходит периодическое перемешивание и перераспределение гумуса и азота по всему обрабатываемому слою почвы.

Для суждения о суммарных количественных изменениях

Влияние длительного применения удобрений на содержание гумуса и общего азота в сероземно-луговой почве

Варианты опыта	Горизонт, см	Содержание гумуса			Содержание азота	
		в % от веса воздушно-сухой почвы				
		1940	1950	1971—1972	1950	1971—1972
1. Контроль	0—20	0,76	2,64	2,38	0,173	0,152
	20—40	1,78	1,62	1,91	0,088	0,109
2. Основная система	0—20	2,83	2,92	2,60	0,194	0,166
	20—40	1,78	1,56	2,10	0,100	0,143
3. Повышенные дозы удобрений	0—20	2,70	3,14	2,65	0,197	0,168
	20—40	1,78	1,62	2,06	0,96	0,132

в пахотном и подпахотном горизонтах почвы нами произведен пересчет содержания органического углерода и общего азота на 1 га площади (табл. 28).

Убыль запасов органического углерода в почве контрольного варианта значительная и составляет 44,5 ц/га, или примерно 2,0 ц/га в год. Внесение одних минеральных удобрений на лугово-сероземных почвах (вариант 5) несколько сократило процесс разложения органического вещества, но не установило равновесия между минерализацией и накоплением, запасы углерода при этом снизились на 33,2 ц/га по сравнению с исходным состоянием. На этих двух вариантах уменьшились и запасы общего азота соответственно на 4,1 и 2,2 ц/га.

Совместное внесение навоза и минеральных удобрений способствовало некоторому увеличению запасов углерода в 0—50 см слое почвы, наибольшее накопление его отмечено на варианте основной системы удобрения. На этих вариантах наблюдается некоторая тенденция увеличения запасов общего азота.

За время проведения опыта запасы углерода в сероземно-луговой почве на контрольном варианте в слое 0—40 см снизились на 33,7 ц/га, а на удобренных вариантах увеличились на 14,4—31,3 ц/га. Запасы общего азота на контроле остались на уровне 1950 г., а на вариантах с сочетанием навоза и минеральных туков они повысились на 1,7—3,6 ц/га.

Исследования показали, что содержание аммиачного азота в почве в большинстве случаев составляет 4—8 мг/кг

Влияние длительного применения удобрений на запасы органического углерода и общего азота в почве, ц/га

Варианты опыта	Органический углерод		Общий азот	
	исходный	1971—1972	исходный	1971—1972
В лугово-сероземной почве, горизонт 0—50 см				
1. Контроль	623,4	579,1	68,7	64,6
2. Основная система	557,0	581,0	61,7	63,3
3. Основная система + 1/2 NPK	582,8	592,1	63,9	64,9
4. Основная система — 1/2 NPK	545,9	558,9	65,2	63,0
5. Минеральная система	645,5	612,3	70,9	68,7
В сероземно-луговой почве, горизонт 0—40 см				
1. Контроль	633,8	600,1	62,9	62,9
2. Основная система	643,5	657,9	70,9	74,5
3. Повышенные дозы удобрений	626,6	657,9	70,6	72,3

в пахотном горизонте почвы и 2—4 мг/кг в подпахотном ее слое. Даже длительное систематическое использование удобрений, включая и навоз, не привело к увеличению содержания аммиачного азота в почве. Очень часто на удобренных участках поглощенного аммония было меньше, чем в контроле.

Такие факты объясняются интенсивным прохождением процессов нитрификации в почвах свеклосеющей зоны Киргизии. Аммиачные формы удобрений, внесенные ранней осенью — до половины октября, проходят полный процесс нитрификации до выпадения осенних осадков и вымываются в подпахотные слои почвы. Только при позднем внесении удобрений, начиная со второй половины октября, аммиачный азот остается не нитрифицированным до весны следующего года и не вымывается из пахотного слоя почвы.

Иначе обстоит дело с нитратным азотом. Его содержание в метровом слое почвы под сахарной свеклой весной и в период нитратного максимума (май — июнь) в большинстве случаев хорошо отражает естественный фон азотного плодородия почвы и внесенные дозы азотных удобрений. В следующие периоды вегетации — в июле и позже — содержание нитратов в почве под сахарной свеклой значитель-

но уменьшается и уже хуже коррелирует с дозами удобрений.

По средним многолетним данным, режим нитратов в почве под сахарной свеклой при основной системе удобрения (с нитратным максимумом около 100 кг/га) обеспечивает наибольший сбор сахара с гектара. Пониженный уровень содержания нитратов в почве (порядка 70 кг/га) при половинных дозах азотных удобрений заметно снижает урожай корней и сбор сахара. Более высокое содержание нитратного азота (130 кг/га) при полуторных дозах не способствует увеличению сбора сахара против основной системы удобрения из-за снижения сахаристости корнеплодов.

Вместе с тем следует отметить, что в разные годы в зависимости от погодных условий содержание нитратного азота под сахарной свеклой подвержено значительным колебаниям. Поэтому очень трудно, а порой и невозможно использовать показатели содержания нитратов в почве для расчетов доз азотных удобрений под сахарную свеклу.

Исследования по фосфатному режиму почвы показывают, что в результате длительного применения навоза и минеральных удобрений в свекловичном севообороте существенно изменяется количественный и качественный состав фосфорных соединений (табл. 29, 30).

На лугово-сероземных почвах за 23 года проведения опыта содержание валовой P_2O_5 в пахотном горизонте в зависимости от доз удобрений повысилось на 3,4 — 12,8%, а в подпахотном — на 0,5 — 7,2%. На контрольном варианте этот показатель снизился соответственно на 5,0 и 3,6%.

Накопление запасов валового фосфора произошло в основном в форме подвижной P_2O_5 и фосфатов, растворимых в 0,5 н. уксусной кислоте. Содержание подвижного фосфора до закладки опыта (1949 г.) характеризуется низким уровнем и составляет в пахотном горизонте 1,38, а в подпахотном — 0,59 мг/100 г воздушно-сухой почвы. За 23 года проведения опыта уровень обеспеченности почвы фосфором в пахотном ее горизонте в зависимости от доз удобрений повысился в 2,0 — 3,5 раза.

Значительное накопление подвижной P_2O_5 произошло и в подпахотном горизонте почвы. На контрольном варианте в слое 0 — 25 см истощения подвижными фосфатами не отмечено, а в слое 25 — 50 см содержание их несколько увеличилось. Видимо, применяемая в опыте система агротехнических мероприятий и деятельность корневой системы растений способствует поддержанию на одном минимальном уровне содержания легкоусвояемых фосфатов в почве.

Влияние длительного применения удобрений на групповой состав фосфатов в лугово-сероземной почве

Варианты опыта	Горизонт, см	P ₂ O ₅ в почве, мг/100 г				
		валовая	подвижная по Мачигину	I+II гр. в 0,5 н. H ₂ C ₂ O ₄	III гр. в 0,5 н. HCl	IV гр. в 3 н. NH ₄ OH
Исходный фон (1949 г.)	0—25	203	1,38	93,1	28,7	42,0
	25—50	194	0,59	85,3	33,3	31,1
1. Контроль	0—25	193	1,40	92,3	23,2	39,3
	25—50	187	0,93	84,3	23,9	30,0
2. Основная система	0—25	219	3,19	113,6	21,2	40,7
	25—50	203	1,71	94,6	27,2	30,9
3. Основная система + 1/2 NPK	0—25	229	4,93	131,2	23,3	40,6
	25—50	208	2,22	99,7	30,1	31,0
4. Основная система — 1/2 NPK	0—25	210	2,75	101,4	22,2	40,4
	25—50	195	1,49	89,6	26,0	30,7
5. Минеральная система	0—25	216	4,20	118,7	30,2	40,9
	25—50	204	2,13	97,0	30,6	30,7

Размер накопления уксуснокислорастворимых фосфатов (I+II группы) довольно высокий, в пахотном горизонте составляет 8,9—38,0%, а в подпахотном слое — 5,0—16,9% по отношению к исходному фону. Выявлена прямая зависимость между дозами фосфорных удобрений и содержанием подвижной P₂O₅ и фосфатов I+II групп, коэффициенты корреляции колеблются от 0,78 до 0,81.

Содержание III группы фосфатов, извлекаемых 0,5 н. соляной кислотой, в верхнем горизонте исследуемой почвы составляет 14,1—9,7% от валовой P₂O₅, а в нижнем ее слое количество их несколько повышается. По сравнению с исходным фоном содержание этих фосфатов снизилось как на контрольном, так и на удобренных вариантах опыта, что указывает на увеличение подвижности труднорастворимых почвенных фосфатов под влиянием удобрений и комплекса агромероприятий, проводимых в севообороте. Следовательно, накопление более подвижных фосфатов происходит как за счет вносимых удобрений, так и в результате перераспределения почвенных фосфатов.

Органические фосфорные соединения (фосфаты, растворимые в 3 н. NH₄OH) в фосфорном балансе лугово-серо-

**Влияние длительного применения удобрений на групповой состав фосфатов
в сероземно-луговой почве**

Варианты опыта	Горизонт, см	P ₂ O ₅ в почве, мг/100 г									
		валовая		подвижная		I+II группы		III группа		IV группа	
		1950	1971— 1972	1950	1971— 1972	1950	1971— 1972	1950	1971— 1972	1950	1971— 1972
1. Контроль	0—20	219	215	1,02	1,38	96,8	93,1	30,6	31,5	42,2	40,1
	20—40	209	201	0,34	0,91	90,9	87,8	32,6	31,5	36,2	34,8
2. Основная система	0—20	222	244	2,60	4,47	106,6	123,1	27,7	25,4	45,0	43,4
	20—40	214	220	0,69	2,20	96,8	106,5	35,2	27,8	36,4	36,0
3. Повышен- ные дозы удобре- ний	0—20	231	258	4,02	7,12	111,4	136,5	30,6	27,4	44,2	43,7
	20—40	215	224	1,06	3,48	99,0	115,6	36,4	27,0	36,2	36,7

земной почвы занимают значительную часть — 14,9—20,7%, и хотя они непосредственно не используются растениями, имеют важное значение как потенциальный источник фосфорного питания, так как при минерализации органического вещества они переходят в легкоусвояемые формы P_2O_5 . В нашем опыте длительное сельскохозяйственное использование лугово-сероземной почвы как с применением удобрений, так и без них привело к некоторому снижению содержания органических фосфатов. В пахотном горизонте этот процесс выражен в большей степени, особенно на контрольном варианте.

Почвы Чуйской долины Киргизии характеризуются высокой обеспеченностью подвижным калием, поэтому многие исследователи рекомендуют вносить калий в значительно меньших дозах, чем азотные и фосфорные удобрения.

Однако наши исследования показали, что внесение низких норм калия совместно с азотными и фосфорными удобрениями на лугово-сероземных почвах существенно не влияет на урожай. Дефицит калия на этих почвах за одну ротацию 9-польного свекловичного севооборота на варианте основной системы удобрения составил 1400—1600 кг/га. Тем не менее снижения содержания обменного калия в этих условиях не происходит, а даже отмечена некоторая тенденция к его увеличению по сравнению с контролем. Видно, запасы обменного калия относительно быстро восполняются за счет более труднорастворимых форм калия.

В этой связи определенный интерес представляло изучение изменений легкоподвижных и более труднодоступных обменных форм почвенного калия во времени на вариантах с длительным применением разных доз удобрений.

Согласно нашим исследованиям, водорастворимый калий в лугово-сероземной почве составляет всего 0,10 — 0,34% от общего резерва K_2O , но в связи с высокой мобильностью играет важную роль в питании растений. По сравнению с исходным фоном содержание этой формы калия на всех вариантах опыта снизилось более чем в 2 раза, а по его уровню обеспеченности изучаемые варианты не имеют существенных различий (табл. 31).

Обменно-поглощенный калий в общем балансе K_2O лугово-сероземных почв занимает 1,6 — 2,2%. На опытном участке произошло значительное уменьшение этого показателя. До закладки опыта обменная форма почвенного калия составляла 2,0 — 2,2% от валового резерва K_2O , или 44,5 — 50,3 мг/100 г, через 23 года содержание его снизи-

Влияние длительного применения удобрений на калийный режим лугово-сероземной почвы

Варианты опыта	Горизонт, см	K ₂ O в почве, мг/100 г		
		водорастворимая	обменная	необменная гидролизуемая
Исходный фон (1949 г.)	0—25	7,97	50,3	321,4
	25—50	5,61	44,7	302,1
1. Контроль	0—25	3,27	42,9	301,2
	25—50	2,26	35,6	280,9
2. Основная система	0—25	3,09	43,8	308,4
	25—50	2,24	35,0	287,2
3. Основная система + 1/2 NPK	0—25	3,34	44,4	307,5
	25—50	2,37	35,8	295,0
4. Основная система — 1/2 NPK	0—25	3,53	32,3	308,2
	25—50	2,18	34,2	290,9
5. Минеральная система	0—25	3,43	43,5	310,9
	25—50	2,07	35,4	291,9

лось до 34,2 — 44,4 мг/100 г и стало составлять 1,6 — 1,9% от валовой K₂O.

Количество необменного гидролизуемого калия в исследуемой почве высокое — 301 — 321 мг/100 г в пахотном и 281—302 мг/100 г в подпахотном горизонте почвы, что составляет соответственно 13,3 — 13,9 и 12,8 — 13,3% от валовой K₂O. Содержание его в почве опытного участка снизилось: более значительно на контроле, а на вариантах с разными дозами удобрений примерно одинаково. Расчеты показывают, что при данном уровне урожайности интенсивность снижения необменного гидролизуемого калия должна быть более высокой. Очевидно, запасы этой формы калия пополняются из потенциального резерва K₂O почвы.

Опытный участок на сероземно-луговых почвах, по данным за 1950 г., характеризовался более высоким содержанием калия, чем лугово-сероземная почва. Количество водорастворимого калия составляло 0,8—1,2%, обменно-поглощенного — 2,4 — 2,9% от валовой K₂O в почве, а в абсолютных величинах колебалось соответственно от 18,2 до 30,5 мг/100 г и от 55,3 до 71,9 мг/100 г почвы (табл. 32). Такой высокий уровень легкоподвижных форм калия в данной почве связан с засоленностью и близким залеганием грунтовых вод. Большие дозы навоза, вносимые в опыте до 1951 г. (60 — 120 т/га за ротацию), обеспечили более высокое содержание водорастворимого и обменного калия, но

Влияние длительного применения удобрений на калийный режим сероземно-луговой почвы

Варианты опыта	Горизонт, см	K ₂ O в почве, мг/100 г					
		водорастворимая		обменная		необменная гидролизуемая	
		1950	1971— 1972	1950	1971— 1972	1950	1971— 1972
1. Контроль	0—20	21,5	7,7	66,3	39,9	280,1	258,6
	20—40	18,5	6,7	55,3	36,2	268,4	253,5
2. Основная система	0—20	25,9	5,6	68,8	33,6	281,8	268,8
	20—40	18,2	4,0	58,5	28,5	267,5	256,2
3. Повышенная доза удобрений	0—20	30,5	4,8	71,5	32,0	278,1	267,8
	20—40	21,3	3,8	61,8	26,6	272,0	264,4

не изменили содержания обменного калия по сравнению с контролем.

Данные анализов показали резкое снижение почвенных запасов калия, особенно легкодоступных его форм. Уровень водорастворимого калия снизился в 3—5 раз, а обменного — в 1,5—2 раза по сравнению с 1950 г. Содержание обменного калия подвержено меньшим изменениям.

По сравнению с контролем на удобренных вариантах произошло более интенсивное снижение легкоподвижных форм калия. Это связано с тем, что в опыте с начала закладки (1940 г.) и до 1963 г. калий вносился только с навозом при полном исключении его в виде минерального удобрения. Начиная с 1963 г. за ротацию севооборота (за 8 лет) на удобренных вариантах вносится 320—480 кг/га минерального калия, однако и при этом наблюдается значительный его недостаток. В этих условиях при интенсивном потреблении и резком увеличении выноса калия культурами севооборота, урожай которых в последние годы в 2 раза и более превышает контроль, равновесие между разными формами почвенного калия, по-видимому, нарушено. И хотя содержание обменного калия на удобренных вариантах значительно выше, чем на контроле, темпы мобилизации труднорастворимых форм калия не обеспечивают полное восстановление запасов водорастворимой и обменной форм калия.

Таким образом, под влиянием длительного сельскохозяй-

зыйственного использования почвы происходит постепенная минерализация органического вещества в ее верхнем самом плодородном слое. Этот процесс в наибольшей степени выражен на вариантах без удобрений и с применением одних минеральных туков. В подпахотном слое, где менее активно выражены микробиологические процессы, на удобренных вариантах происходит значительное накопление гумуса и азота. Наряду с внесением удобрений на перераспределение органического вещества в почве значительное влияние оказывает и применяемая в севообороте разноглубинная вспашка.

Суммарные запасы органического углерода и общего азота в пахотном и подпахотном горизонтах исследуемых почв значительно снизились на контрольных вариантах. Внесение одних минеральных удобрений несколько сократило процесс разложения органического вещества, но не установило равновесия между минерализацией и накоплением. На вариантах с сочетанием навоза и минеральных удобрений отмечена тенденция увеличения запасов гумуса и общего азота.

Длительное применение навоза и минеральных удобрений существенно изменило количественный и качественный состав фосфатов в исследуемых почвах. В зависимости от доз удобрений содержание валовой P_2O_5 в пахотном горизонте повысилось на 3,4—12,8%, а в подпахотном — на 0,5—10,0% по сравнению с исходным фоном. Накопление запасов валового фосфора произошло в основном в форме подвижной P_2O_5 и фосфатов, растворимых в 0,5 н. уксусной кислоте. По содержанию подвижных фосфатов исследуемые почвы из низкообеспеченных перешли в группу средней и высокой обеспеченности.

В связи с высоким содержанием калия в лугово-сероземных и сероземно-луговых почвах дозы калийных удобрений в опытах сравнительно низкие. Они обеспечивают потребность культур севооборота только на 17—19%. В этих условиях установлено резкое снижение наиболее мобильной водорастворимой формы калия. Снизились и запасы более труднодоступных его соединений. Подвижное равновесие между разными группами калия в почве обеспечивает постоянное пополнение запасов легкоусвояемых форм K_2O за счет труднорастворимого резерва калия.

Проведенные нами исследования указывают на необходимость периодического пересмотра рекомендуемых доз и соотношений удобрений при длительном их применении с учетом изменений показателей почвенного плодородия. В

частности, на данном этапе в опытах ввиду значительной минерализации органического вещества в верхнем, наиболее корнеобитаемом слое почвы для устойчивого повышения ее плодородия следует увеличить норму органических удобрений.

СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ КУЛЬТУР СВЕКЛОВИЧНЫХ СЕВОБОРОТОВ

Для разработки научных основ системы удобрения в севооборотах большое значение имеют результаты многолетних стационарных опытов. Обобщение результатов этих опытов приобретает особо актуальное значение в настоящее время, когда объемы производства минеральных удобрений в нашей стране позволяют перейти от удобрения отдельных культур к систематическому применению удобрений в севооборотах. Актуальность проведения стационарных полевых опытов заключается и в том, что наряду с изучением эффективности удобрений можно учесть последствие длительного их применения, а также детально изучить интенсивность и направление изменения почвенного плодородия.

Система удобрения культур свекловичных севооборотов изучалась на Киргизской опытно-селекционной станции в стационарных опытах, заложенных на сероземно-луговых почвах в 1940 г. и на лугово-сероземных почвах в 1949 г. Эти опыты по изучению системы удобрения в севообороте являются наиболее длительными в Киргизской ССР.

Стационарный опыт на сероземно-луговых почвах закладывался с целью разработки комплекса мелниоративных и агротехнических приемов по освоению бросовых солончаков сульфатного типа засоления, повышению их плодородия и получению на них высоких, устойчивых урожаев культур свекловичного севооборота. Опытный участок при закладке опыта был сильно засолен, плотный остаток в метровом слое почвы колебался в пределах 2,0—2,5%, в том числе сульфаты составляли 0,9—1,2%, а хлориды — 0,04—0,15%. В механическом составе почвы преобладали плавато-пылеватые фракции. Валовое содержание гумуса с глубиной резко снижалось, по профилю почвы до 60 см колебалось от 2,83 до 0,91%. Содержание общего азота, фосфора и калия в этом слое почвы соответственно колебалось в пределах 0,194—0,048%, 0,219—0,142% и 2,50—2,23%. Содержание карбонатов с глубиной повышалось от 1,61%

в пахотном горизонте до 7,84% CO_2 в слое 40 — 60 см, рН водной вытяжки был равен 7,5 — 7,9. Емкость поглощения составляла 18,4 — 18,6 мг/экв на 100 г почвы, грунтовые воды залегают на глубине 1,5—2 м.

На опытном участке после проведения мелноративных мероприятий на фоне трех систем удобрения был введен восьмипольный севооборот со следующим чередованием культур: ячмень + люцерна, люцерна, люцерна, люцерна, озимая пшеница, свекловысадки, озимая пшеница, сахарная свекла. В связи с тем, что почва была сильно засолена, в первые три года на опыте высевали наиболее солеустойчивые культуры — люцерну и свекловысадки, а затем постепенно был освоен севооборот.

Программа опыта (состав культур и дозы удобрений) периодически пересматривалась в соответствии с изменениями почвенных условий в процессе рассоления и окультуривания солончаков, а также в целях поисков путей дальнейшего роста урожайности культур и рационального использования удобрений. При этом основная, принципиальная сторона схемы опыта не изменялась.

В 1951 г. дозы навоза были сокращены в 2 раза, а дозы азота на третьем варианте увеличены в 1,5 раза; вместо люцерны был введен посев травосмесей и углублена вспашка под сахарную свеклу до 30—32 см. В 1963 г. вместо яровой пшеницы и травосмесей третьего года пользования в севооборот были введены кукуруза на зерно и сахарная свекла. Кроме того, многолетние травы были заменены посевом однолетних бобовых на силос с поукосным возделыванием кукурузы на силос. Норма навоза на третьем варианте была сокращена в 1,5 раза и на удобренных вариантах начали вносить калийные удобрения.

В 1970 г. на опыте восстановлен посев люцерны и вместо свекловысадков высевается сахарная свекла. В связи с этим несколько изменены и дозы удобрений. Все перечисленные изменения в дозах удобрений отражены в таблице 33.

С 1970 г. в опыте удобрения под культуры севооборота вносятся в соответствии со схемой, приведенной в таблице 34, где также указаны общие количества элементов питания, внесенных за период проведения опыта. Общим фоном для всех вариантов опыта является рядковое удобрение под сахарную свеклу в количестве $\text{N}_{10}\text{P}_{15}$. Под люцерну вся доза удобрений вносится весной перед боронованием, а под озимую пшеницу — осенью под вспашку. Под сахарную свеклу, кроме рядкового удобрения, в фазе 2—4 на-

Дозы удобрений в сумме за одну ротацию севооборота (навоз, т/га; минеральные удобрения, кг/га)

Варианты опыта	1941—1950 гг.				1951—1962 гг.				1963—1980 гг.			
	навоз	минеральные			навоз	минеральные			навоз	минеральные		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль	—	30	60	—	—	30	60	—	—	30	45	—
2. Средние дозы	60	244	480	—	30	240	460	—	30	450	550	320
3. Повышенные дозы навоза и минеральных удобрений	120	244	690	—	60	360	700	—	45	675	825	480

стоящих листьев в подкормку вносится 35 кг/га азота, а остальная часть минеральных удобрений и навоз — под осеннюю вспашку. Под кукурузу 40 кг/га азота вносится в подкормку, а остальная его часть и вся доза фосфорных и калийных удобрений — под зяблевую вспашку.

В дальнейшем для удобства изложения варианты опыта условно будут именоваться так:

1. Контроль.
2. Основная система.
3. Полуторные дозы удобрений.

В стационарном опыте закончена четвертая ротация восьмипольного свекловичного севооборота. Согласно схеме опыта в севообороте до 1969 г. сахарная свекла высевалась на одном поле, а начиная с 1970 г., — дополнительно включены еще два поля сахарной свеклы. В связи с этим результаты опыта рассматриваются отдельно по ротациям севооборота (табл. 35) и по дополнительно включенным двум полям сахарной свеклы (табл. 36).

Из таблицы 35 видно, что эффективность удобрений во времени изменяется в значительной степени. В третьей ротации севооборота урожай корнеплодов свеклы на вариантах с внесением удобрений увеличился в среднем на 145 ц/га по сравнению с первой ротацией, что свидетельствует о весьма благоприятном влиянии навоза и минеральных удобрений на процесс окультуривания засоленных земель, на прогрессивный рост плодородия почвы.

В четвертой ротации продуктивность свеклы на всех

Схема стационарного опыта, заложенного в 1940 г. на сероземно-луговых почвах

Варианты опыта	Удобрения (навоз, т/га; минеральные удобрения, кг/га)	Чередование культур и нормы удобрений								Вносятся за ротацию		
		ячмень + многолетние травы	многолетние травы	многолетние травы	озимая пшеница	сахарная свекла	кукуруза на зерно	сахарная свекла	сахарная свекла	в виде на- воза	в виде мине- ральных удобрений	всего
1. Контроль	навоз	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	N	—	—	—	—	10	—	10	10	—	30	30
	P ₂ O ₅	—	—	—	—	15	—	15	15	—	45	45
2. Основная система	K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	навоз	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—
	N	—	30	—	30	90	80	80	100	150	410	560
3. Повышенные дозы на- воза и минераль- ных удобрений	P ₂ O ₅	—	40	40	40	150	100	90	100	75	560	635
	K ₂ O	—	40	40	30	70	60	40	40	210	320	530
	навоз	—	—	—	—	—	—	45	—	—	—	—
	N	—	45	—	45	135	120	120	150	225	615	840
	P ₂ O ₅	—	60	60	60	225	150	135	150	112	840	952
	K ₂ O	—	60	60	45	105	90	60	60	315	480	795

Влияние длительного применения удобрений на продуктивность сахарной свеклы в опыте на сероземно-луговых почвах

Варианты опыта	Ротации севооборота				В среднем за 4 ротации
	I	II	III	IV	
Урожай корнеплодов, ц/га					
1. Контроль	415,7	422,9	352,8	317,6	374,7
2. Основная система	502,7	613,1	647,2	597,6	596,0
3. Полуторные дозы удобрений	539,0	652,1	685,6	633,5	632,9
P%	2,42	1,97	2,60	2,19	
НСР ₀₅	41,8	33,0	42,4	33,6	
Сахаристость, %					
1. Контроль	19,5	19,4	18,5	17,3	18,6
2. Основная система	18,2	17,7	16,7	16,4	17,1
3. Полуторные дозы удобрений	18,1	17,2	16,1	15,8	16,7
P%	0,96	0,77	0,94	0,91	
НСР ₀₅	0,60	0,42	0,48	0,44	
Сбор сахара, ц/га					
1. Контроль	81,1	82,0	65,3	54,9	69,7
2. Основная система	91,5	107,5	108,1	98,0	101,9
3. Полуторные дозы удобрений	97,6	112,5	110,4	100,1	105,7
Урожай ботвы, ц/га					
1. Контроль	144,3	133,4	100,6	102,6	115,8
2. Основная система	186,7	230,6	262,5	272,6	247,6
3. Полуторные дозы удобрений	170,0	264,2	335,9	299,5	289,1

вариантах опыта значительно снизилась по сравнению со второй и третьей ротациями севооборота. Следует напомнить некоторые изменения, которые могли бы вызвать депрессию урожая сахарной свеклы в опыте: увеличение удельного веса пропашных культур в севообороте до 50% (из них на долю сахарной свеклы приходится 37,5%), снижение доз навоза и минеральных удобрений, исключение посевов люцерны за период с 1963 по 1970 г. Кроме того, в последние годы имело место значительное поражение посевов сахарной свеклы корневой тлей и гнилями.

На контрольном варианте в первые две ротации продуктивность сахарной свеклы удерживалась на одном

уровне, в дальнейшем отмечено ее снижение, что характерно для длительных стационарных опытов.

В первой ротации севооборота сахарная свекла имела высокую сахаристость — 19,5—18,1%. В дальнейшем шло постепенное ее снижение и в четвертой ротации севооборота она равнялась всего 17,3—15,8%. Варианты с внесением удобрений за все время проведения опыта отличались пониженной сахаристостью на достоверную величину по сравнению с контролем. Увеличение доз навоза и минеральных удобрений против основной системы существенно снизило содержание сахара в корнеплодах свеклы.

Необходимо отметить, что значительное снижение сахаристости свеклы, особенно в последние годы, характерно для всей зоны свеклосеяния Чуйской долины Киргизии.

В таблице 36 приведены показатели продуктивности сахарной свеклы по двум полям, дополнительно включенным в севооборот после 29 лет проведения опыта. Учитывая высокую требовательность сахарной свеклы к условиям питания, продуктивность ее может достаточно полно характеризовать уровень почвенного плодородия на опытном участке после длительного сельскохозяйственного использования почвы как с применением удобрений, так и без них.

Сахарная свекла показала резкую реакцию на вносимые удобрения и на уровень окультуривания почвы. Урожай корнеплодов на вариантах с удобрениями превышает контроль на 302—331 ц/га, а сбор сахара — на 45—48 ц/га. Такие высокие прибавки целиком нельзя отнести за счет вносимых удобрений, они также обусловлены различным плодородием почвы на сравниваемых вариантах опыта и резким снижением продуктивности свеклы на контрольном варианте. Доказательством сказанному могут служить результаты исследований во временных опытах, проведенных в этой же зоне. Прибавки урожая свеклы в этих опытах с применением минеральных удобрений примерно в тех же пределах, что и в нашем опыте, составляют 120—160 ц/га.

На вариантах опыта с удобрениями отмечено значительное снижение сахаристости по сравнению с контролем, особенно при внесении полуторных доз удобрений.

Технологические качества корнеплодов сахарной свеклы в конечном счете определяют показатели промышленной их переработки. Поэтому изучение эффективных приемов агротехники, в том числе использование удобрений, целесообразно вести с учетом технологических качеств и пока-

**Продуктивность сахарной свеклы при длительном применении удобрений
в севообороте на сероземно-луговых почвах**

Варианты опыта	Урожай корней, ц/га	% сахара	Сбор сахара, ц/га	Урожай ботвы, ц/га
Свекла по озимой пшенице (поле 5)				
1. Контроль	305,4	17,4	53,0	116,3
2. Основная система	590,1	16,4	96,8	339,9
3. Полуплурные дозы удобрений	636,1	15,9	101,1	305,8
P%	4,2	2,18		
HCP ₀₅	66,9	1,43		
Свекла по свекле (поле 8)				
1. Контроль	227,0	16,0	36,3	103,1
2. Основная система	519,8	15,6	81,1	382,8
3. Полуплурные дозы удобрений	529,1	14,9	78,9	452,6
P%	4,6	1,36		
HCP ₀₅	60,7	0,84		

зателя выхода сахара на заводе. Результаты исследований показали, что хотя варианты с внесением удобрений обеспечивают высокий уровень урожая сахарной свеклы, но при этом резко снижается (особенно на варианте с полуплурными дозами удобрений) весь комплекс ее технологических качеств (табл. 37).

В связи с этим уровень продукции сахарной свеклы не всегда может характеризовать величину выхода сахара на заводе. Так, например, при внесении удобрений из расчета $N_{135}P_{225}K_{105}$ под свеклу, высеваемую по озимой пшенице, был получен урожай корнеплодов на 46 ц/га выше, чем при применении $N_{90}P_{150}K_{70}$ (вариант 2). Однако из-за снижения сахаристости и технологических качеств выход сахара на указанных вариантах оказался одинаковым. На восьмом поле севооборота наибольший урожай корнеплодов сахарной свеклы был получен при внесении полуплурных доз удобрений — 530 ц/га. Тем не менее расчетный выход сахара при этом снизился на 4,5 ц/га по сравнению с вариантом основной системы удобрения.

В целом можно отметить, что снижение сахаристости и технологических качеств сахарной свеклы на вариантах с длительным применением удобрений вполне компенсируется повышенной урожайностью. При этом выход сахара на заводе повышается в 1,7—2,2 раза по сравнению с контрольным вариантом.

Технологические качества сахарной свеклы при длительном применении удобрений на сероземно-луговых почвах

Варианты опыта	% сахара	Добротность нормального очищенного сока, %	Потери сахара в мелассе, %	Расчетный выход сахара	
				%	ц/га
Свекла по озимой пшенице (поле 5)					
1. Контроль	17,4	95,9	1,11	15,44	47,2
2. Основная система	16,4	92,5	1,74	13,58	80,1
3. Полуторные дозы удобрений	15,9	90,9	2,23	12,60	80,1
Свекла по свекле (поле 8)					
1. Контроль	16,0	96,3	0,95	14,16	32,1
2. Основная система	15,6	94,6	1,22	13,40	69,7
3. Полуторные дозы удобрений	14,9	92,1	1,47	12,36	65,5

Отмеченные выше изменения основных показателей плодородия почвы, безусловно, должны были отразиться на эффективности вновь вносимых удобрений. Поскольку схемой описываемого стационарного опыта не предусмотрено изучение отдельных видов минеральных удобрений и не представляется возможности выявить их эффективность в условиях полевого опыта, нами был проведен вегетационный опыт на двух фонах почвенного плодородия для изучения сравнительной эффективности минеральных удобрений при разной обеспеченности почвы элементами питания.

Для закладки опыта использовалась почва пахотного горизонта из первого и второго вариантов стационарного опыта. Почва из второго варианта — основной системы удобрения более богата всеми элементами питания, особенно подвижной P_2O_5 (табл. 38). Исключение составляет обменный калий — по сравнению с контрольным вариантом содержание его ниже на 3,0 мг/100 г.

Опыт проводился в пятикратной повторности по схеме: О, N, P, NP, NPK. Дозы удобрений составляли $N_{120}P_{150}K_{70}$ (из расчета на 1 га). Вносились следующие формы удобрений: аммиачная селитра, простой гранулированный суперфосфат и 40%-ная калийная соль. Масса почвы в сосуде составляла 20 кг. В течение вегетации в сосудах под-

Агрохимическая характеристика почвы до закладки опыта

Варианты полевого опыта	Содержание гумуса, %	Содержание общего азота, %	Содержание, мг/100 г почвы		
			N—NO ₃ нитрифицированный	P ₂ O ₅ подвижная	K ₂ O обменная
1. Контроль	2,41	0,160	3,07	1,6	36,5
2. Основная система	2,60	0,172	3,86	4,2	33,5

держивалась влажность на уровне 60% от капиллярной влагоемкости почвы. При уборке учитывалась общая масса растений и корнеплодов, в последних определяли содержание сахара.

Результаты опыта (табл. 39) подтвердили правильность вывода о различном плодородии исследуемых вариантов стационарного опыта, установленного в полевых условиях с последующими химическими анализами. Урожай на неудобренных вариантах данного опыта хорошо отражает исходную производительную способность почвы. Она намного выше на варианте с длительным применением основной системы удобрения, прибавка урожая корнеплодов сахарной свеклы значительно превышает наименьшую существенную разность по опыту. Разное исходное плодородие почвы обусловило и различную эффективность азота, фосфора и калия, вносимых с удобрениями.

Высокая эффективность азотных удобрений проявилась на обоих фонах почвенного плодородия, но наибольшие прибавки как общей массы, так и корнеплодов сахарной свеклы получены на второй делянке полевого опыта. Следовательно, на эффективность азота большое влияние оказала обеспеченность почвы другими элементами питания и в первую очередь наличие подвижной P₂O₅. Азотные удобрения на фоне контрольного варианта обеспечили примерно одинаковые прибавки ботвы и корнеплодов, а на фоне более высокого исходного плодородия с лучшим соотношением питательных элементов в почве способствовали наибольшему увеличению урожая.

Значительные прибавки урожая, особенно корнеплодов, получены от внесения фосфора на контрольном варианте. На втором варианте стационарного опыта, где содержание подвижной P₂O₅ сравнительно высокое, эффективность фосфора проявилась слабо. Прибавки корнеплодов свеклы при этом не превышают НСР₀₅ по опыту.

Сравнительная эффективность азота, фосфора и калия при разной обеспеченности почвы элементами питания

Варианты полевого опыта	Варианты вегетационного опыта	Урожай сахарной свеклы				% сахара
		общей массы		корнеплодов		
		г/сосуд	%	г/сосуд	%	
1. Контроль	O	220,1	100	141,9	100	18,15
	N	323,1	155	218,2	154	18,50
	P	282,6	128	198,5	140	18,78
	NP	502,5	228	369,4	260	19,52
	NPK	500,7	227	359,4	253	19,58
2. Основная система	O	297	100	215,3	100	18,85
	N	496,3	167	372,5	173	19,40
	P	318,0	107	237,8	110	18,98
	NP	538,9	181	407,4	189	19,22
	NPK	575,9	194	413,9	192	19,54

Совместное внесение азотных и фосфорных удобрений создало лучшие условия для роста и развития свеклы, особенно на контрольном варианте стационарного опыта, где получены самые высокие относительные прибавки урожая — 228—260% по сравнению с вариантом без удобрений.

Эффективность калия незначительная на более высоком исходном плодородии почвы, а на контрольном варианте стационарного опыта проявилась некоторая тенденция снижения урожая свеклы. Как известно, почвы Чуйской долины отличаются относительно высоким содержанием обменного калия, поэтому внесение калийных удобрений не всегда способствует повышению урожая.

Внесение минеральных удобрений, особенно совместное, в вегетационном опыте способствовало повышению содержания сахара в корнеплодах сахарной свеклы.

Таким образом, из результатов вегетационного опыта следует, что на сероземно-луговых почвах в первом минимуме находится азот, хотя почвы сравнительно богаты этим элементом. Во втором минимуме находится фосфор, но при значительном накоплении подвижной P_2O_5 в почве эффективность его резко снижается. Калий не оказывает существенного влияния на урожай сахарной свеклы, но благоприятно влияет на процессы сахаронакопления. Совместное внесение азотных и фосфорных удобрений обеспечивает наибольшую продуктивность сахарной свеклы на

варианте с лучшим соотношением элементов питания в почве.

По подсчетам Н. К. Баженова (1967), засоленные и солонцеватые почвы в Киргизской ССР занимают 45—50% земель зоны орошения. Только в Чуйской и Таласской долинах засоленные почвы составляют более 180 тыс. га, а солонцеватые — 125 тыс. га. Поэтому борьба с засолением почвы является одним из важных резервов интенсификации орошаемого земледелия в республике.

Как отмечалось, опыт на сероземно-луговых почвах был заложен с целью разработки агротехнических и мелиоративных мероприятий по освоению и окультуриванию бросовых солончаков сульфатного типа засоления. Весь комплекс агротехнических мероприятий сводился к применению разных доз навоза и минеральных удобрений в восьмипольном свекловичном севообороте на фоне высокой культуры земледелия со специфической агротехникой возделывания культур.

Ранее проведенными исследованиями была установлена возможность освоения сильнозасоленных земель за сравнительно короткий срок при правильном сочетании мелиоративных и агротехнических приемов рассоления и окультуривания почвы (С. Н. Золотарев и Л. И. Дашевский, 1953).

Была изучена солеустойчивость возделываемых культур и их роль в процессе рассоления почвы. При этом наиболее благоприятное действие на плодородие почвы оказывала люцерна, которая, отличаясь высокой солеустойчивостью, затеняет почву и снижает испарение и поднятие солей на ее поверхность. Мощная корневая система люцерны способствует улучшению структуры и водопроницаемости почвы и тем самым усиливает нисходящие токи солевых растворов. Так, по данным Л. И. Дашевского и М. С. Курбатова (1964), за трехлетний период выращивания люцерны из слоя 0—60 см было удалено 10,8 т/га токсических солей. Было также установлено, что удобрения повышают солеустойчивость культур, но при сильном засолении они начинают действовать угнетающе на растения, увеличивая концентрацию солей в почвенном растворе. Эффективность удобрений в опыте резко возростала при снижении засоленности почвы.

Наряду с изучением изменений показателей плодородия почвы в этом опыте определенный интерес представляло выявление степени снижения засоленности почвы в процессе длительного окультуривания. Необходимо отме-

гить, что схемой опыта не предусматривалось изучение отдельных приемов освоения солончаков. Поэтому при рассмотрении результатов опыта как комплексный фактор следует считать проведенные агротехнические и мелiorативные мероприятия, и как сопутствующий — примененные разных доз удобрений.

Как видно из данных таблицы 40, исходный фон почвы опытного участка характеризуется высокой концентрацией солей в почвенном растворе, особенно в верхних наиболее корнеобитаемых ее горизонтах. Преобладающая часть солей приходится на сульфаты. Согласно классификации Н. К. Баженова, почва опытного участка при закладке опыта по содержанию токсических элементов и величине плотного остатка относилась к гидроморфным луговым солончакам.

После проведения промывных поливов степень опреснения почвы позволила уже через 2—3 года освоить опытный участок сразу всеми культурами севооборота (П. В. Пресняков, 1947). Однако в первые годы освоения участка наблюдалось угнетение культур все еще относительно высокой концентрацией физиологически вредных солей в почвенном растворе (С. Н. Золотарев, Л. И. Дашевский, 1953).

Введение восьмипольного свекловичного севооборота и связанной с ним системы агротехники способствовало постепенному рассолению и окультуриванию почвы. После четырех ротаций севооборота степень засоления почвы по показателю плотного остатка в слое 0—40 см снизилась более чем в 2 раза, а в нижнем 40—60 см горизонте — в 1,5 раза. Снижение степени засоления, особенно в верхнем слое (0—20 см), произошло в основном за счет выщелачивания хлоридов и сульфатов. Так, если до закладки опыта значительно большей засоленностью отличались верхние горизонты почвы, то через 32 года ее использования, наоборот, — нижние.

Между контролем и вариантами с внесением удобрений не отмечено существенных различий как по плотному остатку, так и по содержанию отдельных элементов засоления. Следовательно, основным и решающим условием рассоления почвы на опытном участке явились указанные выше мелiorативные и агротехнические мероприятия. Удобрения в основном положительно повлияли на процесс окультуривания, повышение плодородия почвы.

Следует отметить, что почва опытного участка по содержанию плотного остатка и после длительного окульту-

Содержание и состав водорастворимых солей в сероземно-луговых почвах при длительном окультуривании

Варианты опыта	Горизонт, см	Плотный остаток, %	Содержание, мг/экв на 100 г почвы			
			HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	Ca^{++}
Исходный фон (1940 г.)	0—20	3,12	0,62	3,36	36,09	11,60
	20—40	2,24	0,46	1,52	26,69	12,06
	40—60	1,96	0,39	1,14	24,55	12,74
1. Контроль	0—20	1,20	0,45	0,09	14,06	13,81
	20—40	1,30	0,40	0,08	14,41	14,55
	40—60	1,26	0,33	0,06	14,46	14,75
2. Основная система	0—20	1,20	0,43	0,08	13,84	13,40
	20—40	1,28	0,41	0,08	14,52	14,60
	40—60	1,27	0,34	0,06	14,74	14,62
3. Полуторные дозы удобрений	0—20	1,28	0,41	0,06	13,63	13,87
	20—40	1,29	0,41	0,08	14,55	14,78
	40—60	1,30	0,32	0,06	14,70	14,85

ривания согласно упомянутой выше классификации относится к сильнозасоленной категории почв. Между тем в опыте за последние три ротации получены высокие и устойчивые урожаи всех культур севооборота. Очевидно, при классификации засоленных земель в первую очередь необходимо принимать во внимание содержание токсических элементов, вредных для роста и развития растений. По этому показателю рассматриваемые почвы в настоящий период относятся к незасоленным.

В стационарном опыте, проводимом на лугово-сероземных почвах (преобладающих в зоне свеклосеяния), в 1982 г. завершена третья ротация севооборота. В настоящей работе анализируются продуктивные показатели культур севооборота в основном за третью ротацию севооборота.

Схемой опыта предусмотрено изучение следующих вопросов: дозы и соотношения удобрений под культуры свекловичного севооборота; распределение удобрений в севообороте; место внесения навоза; замена навоза минеральными туками; эффективность гипсования (табл. 41). Во второй и третьей ротациях севооборота высевались одни и те же культуры. В первой ротации вместо кукурузы высевалась озимая пшеница. В связи с этим произошло некоторое изменение в системе удобрения, но сумма удобрений

Схема опыта «Система удобрения культур севооборота»

Варианты опыта	Удобрения	Чередование культур и нормы внесения удобрений (минеральные, кг/га действующего начала; навоз, т/га)											
		травы 1-го года пользования	травы 2-го года пользования	озимая пшеница	сахарная свекла	кукуруза на силос	сахарная свекла	кукуруза на силос	сахарная свекла	ячмень + травы	вносится за ротацию		
											в минеральном удобрении	в навозе	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Контроль	N	--	--	10	10	--	10	--	10	--	40	--	40
	P	--	--	15	15	--	15	--	15	--	60	--	60
	K	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	навоз	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2. Основная система удобрения	N	30	--	30	90	40	120	40	75	--	425	150	575
	P	40	40	45	150	45	150	45	100	--	615	75	690
	K	40	40	20	70	30	70	30	40	--	340	210	550
	навоз	--	--	--	--	--	--	--	30	--	--	--	--
3. Основная система удобрения + 1/2 NPK	N	45	--	45	135	40	180	40	112	--	597	150	747
	P	60	60	68	225	45	225	45	150	--	378	75	958
	K	60	60	30	105	30	105	30	60	--	480	210	690
	навоз	--	--	--	--	--	--	--	30	--	--	--	--
4. Основная система удобрения — 1/2 NPK	N	15	--	15	45	40	60	30	38	--	253	150	403
	P	20	20	23	75	45	75	45	50	--	353	75	428
	K	20	20	10	35	30	35	30	20	--	200	210	410
	навоз	--	--	--	--	--	--	--	30	--	--	--	--

1	2	3	4	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5. Основная система удобрения — 1/2 N	N	15	—	15	45	40	60	40	39	—	253	150	403
	P	40	40	45	150	45	150	45	100	—	615	75	690
	K	40	40	20	70	30	70	30	40	—	340	210	550
	навоз	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—
6. Основная система удобрения — 1/2 P	N	30	—	30	90	40	120	40	75	—	425	150	575
	P	20	20	23	75	45	75	45	50	—	353	75	428
	K	40	40	20	70	30	70	30	40	—	340	210	550
	навоз	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—
7. Основная система удобрения — 1/2 K	N	30	—	30	90	40	120	40	75	—	425	150	575
	P	40	40	45	150	45	150	45	100	—	615	75	690
	K	10	20	10	35	30	35	30	20	—	200	210	410
	навоз	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—
8. Распределение удобрений в севообороте	N	30	—	30	90	—	120	—	75	—	345	150	495
	P	40	40	45	150	—	150	—	100	—	525	75	600
	K	40	40	20	70	—	70	—	40	—	280	210	490
	навоз	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—
9. Основная система без калия	N	30	—	30	90	40	120	40	75	—	425	150	575
	P	40	40	45	150	45	150	45	100	—	615	75	690
	K	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	210	210
	навоз	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—
10. Основная система удобрения	N	30	—	30	90	40	120	40	75	—	425	150	575
	P	40	40	45	150	45	150	45	100	—	615	75	690
	K	40	40	20	70	30	70	30	40	—	340	210	550
	навоз	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—
11. Распределение удобрений в севообороте	N	30	—	10	90	60	120	40	75	—	425	150	575
	P	40	—	45	150	85	150	45	100	—	615	75	690
	K	40	—	20	70	70	70	30	40	—	340	210	550
	навоз	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12. Распределение удобрений в севообороте	N	--	--	10	90	60	120	70	75	--	425	150	575
	P	--	--	45	150	85	150	85	100	--	515	75	690
	K	--	--	20	70	70	70	70	40	--	340	210	550
	навоз	--	--	--	--	--	--	--	30	--	--	--	--
13. Распределение удобрений в севообороте	N	--	--	10	90	--	120	--	75	--	295	150	445
	P	--	--	15	150	--	150	--	100	--	415	75	490
	K	--	--	--	70	--	70	--	40	--	180	210	390
	навоз	--	--	--	--	--	--	--	30	--	--	--	--
14. Основная система удобрения + 20 т/га навоза	N	30	--	30	90	40	120	40	75	--	425	250	657
	P	40	40	45	150	45	150	45	100	--	615	125	740
	K	40	40	20	70	30	70	30	40	--	340	350	690
	навоз	--	--	--	--	20	--	--	30	--	--	--	--
15. Органо-минеральная смесь	N	15	--	15	45	40	60	40	38	--	253	150	403
	P	20	20	23	75	45	75	45	50	--	353	75	428
	K	20	20	10	35	30	35	30	20	--	200	210	410
	навоз	--	--	--	+5т. перегноя	--	+5т. перегноя	--	15 т навоза +5 т в смеси с перегноем	--	--	--	--
16. Место внесения навоза в севообороте	N	30	--	30	90	40	120	40	75	--	425	150	575
	P	40	40	45	150	45	150	45	100	--	615	75	690
	K	40	40	20	70	30	70	30	40	--	340	210	550
	навоз	--	--	--	--	--	--	--	30	--	--	--	--
17. Минеральная система удобрения	N	40	30	40	90	40	120	40	125	50	575	--	575
	P	60	40	55	150	45	150	45	100	45	690	--	690
	K	60	40	30	70	30	70	30	160	30	550	--	550
	навоз	--	--	--	--	--	--	--	без навоза	--	--	--	--

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
18. Основная система без навоза	N	30	—	30	90	40	120	40	75	—	425	—	425
	P	40	40	45	150	45	150	45	100	—	615	—	615
	K	40	40	20	70	30	70	30	40	—	340	—	340
19. Основная система удобрения + гипс	N	30	—	30	90	40	120	40	75	—	425	150	575
	P	40	40	45	150	45	150	45	100	—	615	75	690
	K	40	40	20	70	30	70	30	40	—	340	210	550
	навоз гипс, т/га	— 3	— 3	—	—	—	—	—	30	—			

ний за вторую и третью ротацию осталась той же, что и в первой.

Опыт проводился на шести полях при девятипольном чередовании культур. Повторность опыта четырехкратная. Размер учетной делянки: для зерновых колосовых культур и многолетних трав $25 \times 7 = 175$ кв. м, для кукурузы $25 \times 4,8 = 120$ кв. м и для сахарной свеклы $25 \times 7,2 = 180$ кв. м.

Система основной обработки почвы на опыте включала в себя: лущение дисковыми лущильниками после озимой пшеницы и кукурузы; предпахотный полив после всех культур, кроме сахарной свеклы; повторное лущение; внесение удобрений и вспашка отвальная с предплужниками. В опыте применялась разноглубинная вспашка под культуры севооборота: под озимую пшеницу после многолетних трав — 32 см, под сахарную свеклу по обороту пласта — 25, под кукурузу на силос — 23, под вторую свеклу — 25—27, под вторую кукурузу — 23, под третью свеклу — 32, под ячмень с подсевом трав — 20 см.

Вносились следующие формы удобрений: гранулированный суперфосфат с содержанием усвояемой P_2O_5 13—15%, аммиачная селитра с 34—35% азота, хлористый калий с 52—60% K_2O .

Уход за культурами севооборота в период их вегетации соответствовал агротехнике, рекомендованной учеными республики.

В первой и второй ротациях севооборота наиболее эффективными оказались варианты 2 и 10, условно названные основной системой удобрения. Поэтому при рассмотрении результатов исследований за третью ротацию севооборота для сравнения нами взята эта система. Для оценки уровня эффективности основной системы удобрения в третьей ротации севооборота нами подсчитана суммарная продуктивность культур севооборота в кормовых единицах (табл. 42 и 43). По этому показателю основная система удобрения в третьей ротации севооборота обеспечила увеличение продукции на 32,6% (269 ц). В суммарном эффекте от применения удобрений значительная доля приходится на сахарную свеклу, урожай корнеплодов увеличился по сравнению с неудобренным вариантом на 51,2% (195 ц). Получена значительная прибавка урожая многолетних трав, озимой пшеницы и ячменя — 24,3—32,4%.

Следует отметить, что эффективность основной системы удобрения в первой ротации была несколько ниже, а во второй выше, чем в третьей ротации севооборота. Так,

Эффективность основной системы удобрения в третьей ротации севооборота (варианты 2, 10), ц/га

Показатели	Основная система	Без удобрения	± вариант основной системы к неудобренному фону	
			ц/га	%
Кормовые единицы сумма по всем культурам за ротацию севооборота, ц	1094	825	+269	+32,6
Сена люцерны за 2 года пользования	278	210	+68	+32,4
Урожай всей массы озимой пшеницы	134	107	+27	+25,2
Урожай всей массы ячменя	87	70	+17	+24,3
Урожай зеленой массы кукурузы	1004	922	+82	+9,0
Урожай корнеплодов сахарной свеклы	576	381	+195	+51,2
Сбор сахара	85,6	59,4	+26,2	+44,1
Содержание сахара в корнеплодах, %	+14,23	14,98	-0,75	-5,0

прибавка суммарной продукции севооборота в первую ротацию составила 217 ц кормовых единиц (30%), а во второй — 303 ц, или на 34 ц кормовых единиц больше, чем в третьей ротации севооборота.

Некоторое снижение уровня эффективности основной системы удобрения в третьей ротации севооборота произошло в основном за счет уменьшения продуктивности озимой пшеницы (на 10%) и сахарной свеклы (на 8%).

Увеличение в 1,5 раза доз азотных, фосфорных и калийных удобрений (вариант 3) против основной системы не обеспечило повышение продуктивности ячменя, люцерны, озимой пшеницы и кукурузы на силос и увеличило урожай сахарной свеклы на 14 ц кормовых единиц. В среднем же в третью ротацию с 1 га получено на 4 ц кормовых единиц больше, чем на варианте с основной системой (табл. 43).

Снижение доз азотных, фосфорных и калийных удобрений в 2 раза (вариант 4), а также только одного азота в 2 раза (вариант 5) привело к значительному недобору урожая корнеплодов сахарной свеклы, в некоторой степени отрицательно сказалось и на продуктивности других культур севооборота. В среднем за третью ротацию с 1 га получено на 7—9 ц кормовых единиц меньше, чем при со-

Продуктивность культур на третью ротацию севооборота, выраженная
в центнерах кормовых единиц

Варианты опыта	Сахарная свекла					
	первая	вторая	третья	сумма	средняя на 1 га	± от основной системы
2, 10	211	190	191	592	197	±0
1	150	119	130	399	133	-64
3	227	194	213	634	211	+14
4	192	165	179	536	179	-18
5	193	169	183	545	182	-15
6	207	174	193	574	191	-6
7	215	183	187	585	195	-2
8	216	177	189	582	194	-3
9	223	188	189	600	200	+3
11	212	182	194	588	196	-1
12	207	175	168	550	183	-14
13	210	174	180	564	188	-9
14	217	190	183	590	197	±0
15	214	184	184	582	194	-3
16	216	180	185	581	194	-3
17	214	179	197	590	197	±0
18	207	174	183	564	188	-9
19	205	186	178	569	190	-7

Варианты опыта	Ячмень	Люцерна	Озимь	Кукуруза		Сумма	Средняя	± от основной системы
				первая	вторая			
				2, 10	61,6			
1	51,1	135	57,6	103	109	825	92	-30
3	61,7	139	70,7	106	121	1132	126	+4
4	60,3	134	61,1	110	117	1318	113	-9
5	59,0	142	70,4	109	110	1035	115	-7
6	62,5	138	69,1	117	115	1076	120	-2
7	62,5	140	71,6	109	110	1078	120	-2
8	62,4	139	66,9	109	100	1059	118	-4
9	63,1	139	64,8	110	118	1095	122	±0
11	63,5	140	70,1	114	110	1086	121	-1
12	64,5	141	68,8	119	118	1061	118	-4
13	62,2	137	66,3	110	110	1050	117	-5
14	63,5	137	67,6	117	114	1089	171	-1
15	61,4	138	66,8	102	120	1073	119	-3
16	61,2	138	63,0	107	123	1073	119	-3
17	67,2	136	70,7	113	111	1088	121	-1
18	60,7	141	71,8	107	110	1055	117	-5
19	61,9	137	67,9	108	115	1059	118	-4

блюдении основной системы. Из изучавшихся вариантов с внесением удобрений эти дозы дали и наибольшее снижение суммарной продуктивности культур севооборота.

Следует отметить вариант 17, который отличается от основной системы тем, что навоз здесь заменен эквивалентным количеством минеральных туков. Так же, как и в предыдущие годы, этот вариант в третьей ротации обеспечил по сравнению с основной системой одинаковую суммарную продуктивность культур севооборота, хотя отмечено снижение урожая сахарной свеклы. Примерно такие же результаты получены и при исключении из основной системы минерального калия (вариант 9). Ни перераспределение удобрений в севообороте (варианты 8, 11, 12, 13), ни внесение гипса (вариант 19) не обеспечили по сравнению с основной системой повышение общей продуктивности севооборота в третьей ротации.

Так, например, на варианте 12 при полном исключении удобрений из-под трав, частичном из-под озимой пшеницы и внесении их под обе кукурузы в севообороте, снижение продуктивности свеклы составило против основной системы 14 ц кормовых единиц. Вариант 13, где уменьшено общее количество удобрений, вариант 18 — без внесения навоза и 19 — с внесением гипса снизили продуктивность свеклы соответственно на 9, 9 и 7 ц кормовых единиц. По остальным вариантам значительных отклонений в продуктивности свеклы (против основной системы) не наблюдалось.

Следует отметить, что зерновые культуры и многолетние травы прореагировали только на отсутствие удобрений. При сокращении или увеличении наполовину доз удобрений, а также при различном распределении их в севообороте изменения в урожайности культур не были значительными в сравнении с данными, полученными по основной системе.

Таким образом, по суммарной продуктивности культур, выраженной в кормовых единицах, за третью ротацию основная система не уступила остальным изучавшимся вариантам опыта, за исключением небольшого преимущества третьего варианта, где дозы удобрений увеличены в 1,5 раза.

Считаем необходимым рассмотреть каждую из культур севооборота в отдельности с целью возможности внесения корректив, которые могли бы повысить эффективность основной системы удобрения. Начнем с сахарной свеклы —

основной и наиболее продуктивной культуры севооборота (табл. 44, 45, 46).

Основная система удобрения обеспечила довольно высокий урожай корнеплодов сахарной свеклы в третьей ротации севооборота 550 — 592 ц/га с содержанием сахара 13,5 — 15,6%, сбор сахара составил 75,9 — 97,0 ц/га. Однако этот уровень урожайности свеклы значительно уступает показателям, полученным во второй ротации севооборота (соответственно 627 — 635 ц/га, 15,30 — 15,72% и 95,9 — 99,5 ц/га). Снижение продуктивности сахарной свеклы в третьей ротации произошло по всем вариантам опыта в основном из-за значительного поражения посевов сахарной свеклы корневыми гнилями, особенно при размещении ее в последнем поле севооборота. По подсчетам лаборатории фитопатологии Киргизской опытно-селекционной станции посевы сахарной свеклы в опыте поражались в 1976 — 1977 гг. фузариозной гнилью до 10—30% и мочковатостью от 3 до 18%.

Тем не менее и в этих условиях проявилась высокая эффективность удобрений. Прибавки урожая культур на основной системе по сравнению с контролем вполне достоверные и составили: по первой свекле — 218, по второй — 215 и третьей — 153 ц/га. Колебания в изменениях урожайности корнеплодов свеклы на других вариантах опыта с внесением удобрений по сравнению с основной системой не превышали величину наименьшей существенной разницы по опыту, но в основном остались те же закономерности, что и в первые две ротации севооборота, с некоторыми изменениями, связанными с увеличением продолжительности действия удобрений и отчасти в связи с несколько пониженным фоном урожая.

Внесение полуторных доз удобрений (вариант 3), как и в предыдущие годы, повысило урожай корнеплодов (на 3 — 49 ц/га), но снизило содержание сахара в них (на 0,30 — 0,62%), вследствие чего сбор сахара по сравнению с основной системой увеличился незначительно (на 2 — 2,2 ц/га) или даже уменьшился (на 6,4 ц/га).

При снижении дозы полного минерального удобрения в 2 раза отмечена устойчивая тенденция снижения урожая корнеплодов — на 24 — 59 ц/га, с одновременным повышением сахаристости свеклы — на 0,40—0,58%, недобор в сборе сахара при этом равнялся 0,8 — 7,0 ц/га. Идентичные результаты получены и на варианте 5, который отличается от основной системы наличием половинной дозы азота.

Влияние различных систем удобрения на продуктивность первой свеклы в севообороте

Варианты опыта	Густота насаждения		Урожай корнеплодов		Сахаристость		Сбор сахара		Урожай ботвы, ц/га
	тыс./га	± от ос. новой системы	ц/га	± от ос. новой системы	%	± от ос. новой системы	ц/га	± от ос. новой системы	
2, 10	57,6	±0	592	±0	15,6	±0	97	±0	333
1	47,1	-8,5	374	-218	15,4	-0,2	61	-36	293
3	53,4	-1,2	334	+42	15,3	-0,3	99	+2	357
4	57,2	-0,4	539	-53	16,0	+0,4	91	-6	293
5	56,9	-0,7	541	-51	16,0	+0,4	88	-9	306
6	56,4	-1,2	570	-22	15,9	+0,3	92	-5	338
7	57,4	-0,2	593	+1	15,6	±0	95	-2	350
8	55,9	-1,7	605	+13	15,5	-0,1	95	-2	344
9	55,9	-1,7	622	+30	15,7	+0,1	99	+2	350
11	55,6	-2,0	589	-3	15,7	+0,1	90	-7	342
12	55,2	-2,4	567	-25	15,6	±0	89	-8	341
13	53,8	-3,8	575	-17	15,8	+0,2	92	-5	349
14	56,1	-1,5	605	+13	15,5	-0,1	93	-4	348
15	59,6	+2,0	604	+12	15,9	+0,3	97	±0	333
16	57,4	-0,2	609	+17	15,6	±0	93	-4	338
17	55,2	-2,4	609	+17	15,6	±0	94	-3	324
18	56,5	-1,1	577	-15	15,8	+0,2	92	-5	332
19	56,8	-0,8	575	-17	15,7	+0,1	92	-5	319
	R ₀₅ %		3,8		0,64		3,6		
	HCP ₀₅		65		0,29		9,8		

Сокращение в два раза доз фосфора при основной системе (вариант 6) несколько снизило продуктивность первой и второй сахарной свеклы — соответственно по урожаю корней на 22 и 12 ц/га, по сбору сахара на 5,0 и 5,1 ц/га. Но это снижение выражено слабее, чем в предыдущую (вторую) ротацию севооборота — здесь урожай корней снизился на 39—41 ц/га и сбор сахара на 5,6—5,9 ц/га. Сказалось, по-видимому, дальнейшее накопление в почве подвижных форм P_2O_5 на этом варианте, содержание которых в пахотном горизонте составляло: во второй ротации 2,50 и в третьей — 3,55 мг/100 г.

Сокращение в два раза доз калия (вариант 7) незначительно повлияло на урожай корнеплодов и сбор сахара с 1 га, а сахаристость свеклы даже несколько повысилась. В этой связи особого внимания заслуживает вариант 9 с полным исключением минерального калия, где в среднем

Влияние разных систем удобрения на продуктивность второй свеклы в севообороте

Варианты опыта	Густота насаждения		Урожай корнеплодов		Сахаристость		Сбор сахара		Урожай ботвы, ц/га
	тыс./га	± от ос. новой системы	ц/га	± от ос. новой системы	%	± от ос. новой системы	ц/га	± от ос. новой системы	
2, 10	57,4	±0	586	±0	13,66	±0	84,1	± 0	228
1	51,8	-5,6	371	-215	14,57	+0,91	55,6	-28,5	139
3	57,7	+3,3	589	+3	13,04	-0,62	77,7	- 6,4	248
4	59,6	+2,2	527	-59	14,16	+0,50	77,1	- 7,0	171
5	60,2	+2,8	526	-60	14,12	+0,46	77,1	- 7,0	192
6	57,4	±0	574	-12	14,00	+0,34	79,0	- 5,1	194
7	59,5	+2,1	573	-13	13,79	+0,13	80,6	- 3,5	212
8	57,6	+3,2	564	-22	13,76	±0	78,9	- 5,2	191
9	59,2	+1,8	588	+2	13,56	-0,10	80,6	- 3,5	215
11	60,7	+3,3	557	-29	13,30	-0,36	75,7	- 8,4	228
12	56,9	-0,5	543	-43	13,26	-0,40	73,8	-10,3	203
13	60,5	+3,1	536	-50	13,22	-0,44	72,4	-11,7	208
14	56,6	-0,8	586	±0	13,40	-0,26	79,5	- 4,6	226
15	55,4	-2,0	566	-20	13,75	+0,07	77,9	- 6,2	221
16	61,4	+4,0	554	-32	13,35	-0,31	75,4	- 8,7	214
17	57,9	+0,5	542	-44	13,42	-0,24	73,7	-10,4	228
18	61,2	+3,8	548	-38	13,63	-0,03	77,8	- 6,3	197
19	60,0	+2,6	580	-6	13,98	+0,32	84,6	+ 0,5	216
	R% ₀₅		+9		1,97		5,3		
	НСР ₀₅		80		0,80		12,1		

по трем свеклам получен одинаковый с основной системой сбор сахара. Это служит еще одним доказательством того, что на лугово-сероземных почвах, содержащих большое количество подвижных форм калия, сахарная свекла не реагирует или незначительно отзывается на внесение калийных удобрений.

Во второй и третьей ротациях на вариантах 8 и 13 дозы удобрений сокращены соответственно на $N_{10}P_{90}K_{60}$ и $N_{130}P_{200}K_{160}$ (на варианте 8 за счет отсутствия удобрений под кукурузой на силос, на варианте 13 удобрения вносятся только на поля сахарной свеклы в тех же дозах, что и в основной системе). Сокращение доз удобрений за ротацию при соблюдении рекомендованной системы удобрения под сахарную свеклу на варианте 8 не привело к достоверному снижению урожая корнеплодов и сбора сахара с 1 га. На варианте 13 снятие удобрений из-под всех культур сево-

Влияние разных систем удобрения на продуктивность третьей свеклы севооборота (среднее за 1975—1978 гг.)

Варианты опыта	Густота насаждения		Урожай корнеплодов		Сахаристость		Сбор сахара		Урожай ботвы, ц/га
	тыс./га	± от ос. новой системы	ц/га	± от ос. новой системы	%	± от ос. новой системы	ц/га	± от ос. новой системы	
2, 10	60,8	±0	550	±0	13,45	±0	75,9	± 0	278
1	62,6	+1,8	397	-153	14,98	+1,53	61,7	-14,2	162
3	62,8	+2,0	599	+49	13,04	-0,41	78,1	+ 2,2	333
4	63,5	+2,7	526	-24	14,03	+0,58	75,1	- 0,8	247
5	63,2	+2,4	531	-19	13,77	+0,32	74,4	- 1,5	262
6	63,1	+2,3	571	+21	14,01	+0,56	81,2	+ 5,3	262
7	61,9	+1,1	556	+6	14,01	+0,56	79,1	+ 3,2	252
8	62,6	+1,8	548	-2	13,95	+0,50	77,5	+ 1,6	275
9	63,8	+3,0	536	-14	13,82	+0,37	76,2	+ 0,3	288
11	62,3	+1,5	552	+2	13,68	+0,23	76,6	+ 0,7	297
12	63,6	+2,8	474	-76	13,48	+0,03	64,5	-11,4	260
13	62,1	+1,3	512	-38	13,67	+0,22	70,4	- 5,5	276
14	60,3	-0,5	529	-21	13,94	+0,49	75,4	- 0,5	269
15	59,0	-1,8	537	-13	14,15	+0,70	76,8	+ 0,9	262
16	60,9	+0,1	523	-27	13,30	-0,15	70,5	- 5,4	283
17	62,4	+1,6	543	-7	13,63	+0,18	74,6	- 1,3	319
18	63,2	+2,4	509	-41	14,35	+0,90	73,3	- 2,6	292
19	62,5	+1,7	533	-47	13,98	+0,53	72,1	- 3,8	271
	P%		4,4		2,6		5,6		
	HCP ₀₅		68		1,07		12,3		

оборота, кроме посевов свеклы, снизило сбор сахара с 1 га от 5 до 11,7 ц.

Перераспределение доз азотных, фосфорных и калийных удобрений между культурами севооборота (варианты 11,12) против основной системы не способствовало повышению продуктивности сахарной свеклы. Наоборот, в большинстве случаев урожай корнеплодов снижался на довольно значительную величину — 20 — 43 ц/га, при небольших колебаниях сахаристости. Примерно такие же результаты получены на варианте 14, где предусмотрено внесение 50 т/га навоза за ротацию вместо 30 т/га на основной системе.

На варианте 15 во второй и третьей ротациях половинные дозы азота, фосфора и калия под каждую свеклу смешивались с 5 т перегноя, а под третью свеклу еще дополнительно без перемешивания с минеральными удобрениями

вносилось 15 т/га навоза. Такая система удобрения способствовала повышению урожая корнеплодов свеклы на 11 — 65 ц/га по сравнению с вариантом 4, но не обеспечила продуктивность этой культуры на уровне основной системы. Учитывая это, а также трудоемкость и неудобство применения системы удобрения, осуществляемой на варианте 15 рассматриваемого опыта, следует признать ее нереперспективной.

Если замена навоза эквивалентным количеством минеральных туков (вариант 17) и отсутствие его в системе удобрения (вариант 18) во второй ротации обеспечили одинаковую с основной системой урожайность сахарной свеклы, то в третьей ротации выявлено явно отрицательное их воздействие на продуктивность свеклы — сбор сахара с 1 га уменьшился по сравнению с основной системой на 1,3 — 10,4 ц/га. Не выявлена также эффективность дополнительного внесения в основной системе 6 т/га гипса под многолетние травы (вариант 19).

В густоте насаждения растений перед уборкой урожая не отмечено значительных колебаний между различными вариантами опыта за исключением контрольного варианта на первой и второй свекле. Поэтому можно утверждать, что различия в густоте насаждения в рассматриваемом опыте не сказались на продуктивности сахарной свеклы. Об этом свидетельствуют и ранее полученные результаты исследований, специально проведенных по выявлению влияния густоты насаждения на продуктивность сахарной свеклы.

Как общую закономерность следует отметить то, что снижение урожая ботвы сахарной свеклы против основной системы отмечено на вариантах, где совсем не вносились удобрения или были снижены их дозы, особенно азотных (вариант 1, 4, 5). При уменьшении в два раза доз фосфора и калия (варианты 6 и 7) и полном снятии минерального калия (вариант 9) не получено ясного представления о значении их в образовании листового аппарата сахарной свеклы, так как в одном случае наблюдается увеличение, а в другом — снижение урожая ботвы. При увеличении же дозы полного минерального удобрения в 1,5 раза урожай ботвы повысился на всех трех свеклах севооборота от 20 до 55 ц/га.

За период изучения системы удобрения культур свекловичного севооборота наиболее характерными для сахарной свеклы являются следующие положения:

1. На контрольном варианте, без внесения основного

удобрения, недобор сбора сахара против основной системы составил на первой свекле в севообороте 36,0 на второй — 28,5, на третьей — 14,2 ц/га.

2. Увеличение доз азота, фосфора и калия в 1,5 раза не обеспечило повышение продуктивности свеклы и сбора сахара с 1 га в сравнении с основной системой.

3. Снижение в два раза доз азотных, фосфорных и калийных удобрений на первой и второй свеклах привело к некоторому недобору сахара.

4. Снижение дозы азота на фоне полных доз фосфора и калия также отрицательно сказалось на урожае корнеплодов как первой, так и второй свеклы.

5. Снижение в два раза доз фосфора, калия и снятие калия на фоне полного минерального удобрения по сравнению с основной системой не привело к существенному изменению продуктивности сахарной свеклы.

6. Снятие удобрений с трав и частично азотных удобрений с озимой пшеницы и перенесение их под обе кукурузы в севообороте привело к недобору сбора сахара на всех свеклах на величину, близкую наименьшей существенной разнице по опыту.

7. Дополнительное внесение 20 т/га навоза под первую кукурузу в севообороте, а также перемещение навоза из-под третьей свеклы под предшествующую ей культуру не оказало положительного действия на продуктивность свеклы.

8. Замена навоза эквивалентным количеством минеральных удобрений, а также внесение 6 т/га гипса не эффективны.

Под подпокровный ячмень непосредственно удобрения не вносятся, поэтому изменения в урожайности этой культуры отражают только последствие разных систем удобрения, применяемых под другие культуры севооборота. На варианте с основной системой урожай ячменя в третьей ротации составил 36 ц/га, т. е. столько же, сколько во второй ротации (табл. 47). Колебания в прибавках урожая зерна ячменя по вариантам опыта сравнительно небольшие — от +2,5 до —5,0 ц/га. Причем все отклонения от данных, полученных на основной системе, кроме двух вариантов, существенные. На контрольном варианте отсутствие удобрений в течение 27 лет проявилось в снижении урожая зерна ячменя на 5 ц/га, во второй ротации севооборота это снижение составило 3,8 ц/га.

Достоверное увеличение урожая зерна ячменя по сравнению с основной системой установлено только на варианте 17, где вместо навоза вносится эквивалентное количест-

во минеральных удобрений. Повышение урожая зерна ячменя на этом варианте, по-видимому, объясняется последствием больших доз удобрений, внесенных под предшествующую культуру — третью сахарную свеклу.

Внесение в севообороте полуторных доз удобрений (вариант 3) повысило урожай зерна ячменя только на 0,6 ц/га, примерно столько же, как во второй ротации (0,8 ц/га). Снижение за ротацию севооборота в 2 раза дозы полного минерального удобрения и изменение соотношений элементов питания в основной системе (варианты 4, 5, 6, 7) также не отразилось на урожае ячменя.

Тенденция к увеличению урожая ячменя отмечена при полном снятии минерального калия (вариант 9) и перераспределении доз удобрений между культурами севооборота (варианты 11, 12, 13).

Таким образом, результаты опыта по подпокровному ячменю показали стабилизацию его урожайности в третьей ротации при соблюдении основной системы, дальнейшее снижение продуктивности на контрольном варианте и положительное влияние последствия увеличенных доз минеральных удобрений на варианте 17.

Урожай зерна озимой пшеницы в опыте колебался от 36,2 до 45,1 ц/га, а в варианте с основной системой удобрения он равнялся 43,7 ц/га (табл. 47). Достоверное снижение урожая зерна озимой пшеницы отмечено только на контрольном варианте — на 7,5 ц/га. Внесение полуторных доз удобрений (вариант 3) практически не влияло на продуктивность озимой пшеницы, а применение половинных доз азота, фосфора и калия было недостаточным — урожай зерна по сравнению с основной системой снизился на 3,1 ц/га.

Другие изменения доз удобрений, соотношений основных элементов питания, перераспределение удобрений в севообороте незначительно сказались на продуктивности озимой пшеницы. Это частично можно объяснить тем, что она размещается по пласту многолетних трав, которые за два года пользования накапливают в почве до 140 ц/га пожнивных и корневых остатков, содержащих 310 кг азота, 56 кг фосфора и 234 кг калия.

Характерной особенностью системы удобрения, применяемой под кукурузу на силос, является то, что в большинстве вариантов опыта (2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 16, 17, 18 и 19) предусмотрено внесение одинаковых, сравнительно небольших доз азота, фосфора и калия. А на вариантах 8 и 13 непосредственно под кукурузу удобрения не вносятся.

Влияние разных систем удобрения в севообороте на урожай зерновых колосовых культур и кукурузы на силос (средние за 1970—1979 гг.)

Варианты опыта	Урожай зерна ячменя		Урожай зерна озимой пшеницы		Урожай зеленой массы кукурузы			
	ц/га	от ос. новой системы	ц/га	от ос. новой системы	первая		вторая	
					ц/га	от ос. новой системы	ц/га	от ос. новой системы
2, 10	36,0	±0	43,7	±0	498	±0	506	±0
1	31,0	-5,0	36,2	-7,5	447	-51	475	-31
3	36,6	+0,6	43,6	-0,1	460	-38	526	+20
4	35,6	-0,4	40,6	-3,1	477	-21	508	+2
5	35,2	-0,8	44,0	+0,3	473	-25	476	-30
6	35,4	-0,6	42,9	-0,8	507	+9	499	-7
7	36,5	+0,5	44,6	+0,9	473	-25	478	-28
8	36,5	+0,5	42,2	-1,5	473	-25	435	-71
9	37,2	+1,2	42,4	-1,3	479	-19	512	+6
11	37,1	+1,1	43,5	-0,2	496	-2	479	-27
12	37,8	+1,8	43,0	-0,7	515	-17	512	+6
13	36,1	+0,1	41,6	-2,1	480	-18	477	-29
14	37,5	+1,5	42,1	-1,6	507	+9	495	-11
15	36,1	+0,1	41,9	-1,8	445	-53	520	+14
16	35,2	-0,2	43,6	-0,1	466	-32	535	+29
17	38,5	+2,5	44,1	+0,4	492	-6	483	-23
18	35,7	-0,3	45,1	+1,4	465	-33	477	-29
19	36,5	+0,5	42,3	-1,4	470	-28	498	-8
	R ₀₅	1,71	4,8		6,1		4,1	
	HCP ₀₅	1,85	6,1		87		60	

Несмотря на сравнительно низкие дозы минеральных удобрений, в опыте получен довольно высокий урожай кукурузы на силос — 435 — 535 ц/га (табл. 47). Пределы колебания от варианта основной системы удобрения на первой кукурузе составляют 53 и 9 ц/га, т. е. значительно ниже, чем значение наименьшей существенной разности в опыте. Причем закономерности, установленные на других культурах севооборота, на посевах первой кукурузы не подтверждаются. Например, при внесении полуторных доз удобрений (вариант 3) по сравнению с основной системой урожай кукурузы уменьшился на 38 ц/га, а при внесении половинных доз удобрений (вариант 4) — всего на 21 ц/га; на варианте 14 дополнительное внесение 20 т/га обеспечило повышение урожая кукурузы на силос только на 9 ц/га и т. д.

Влияние разных систем удобрения на урожай многолетних трав
(среднее за 1968—1974 гг.)

Варианты опыта	Травы 1-го года пользования		Травы 2-го года пользования		Урожай сена за 2 года пользования, ц/га	± от основной системы
	урожай, ц/га	± от основной системы	урожай, ц/га (сено)	± от основной системы		
2, 10	138	±0	140	±0	278	±0
1	106	-32	104	-36	210	-68
3	138	±0	140	±0	278	±0
4	138	±0	129	-11	267	-11
5	141	+3	141	+1	282	+4
6	140	+2	135	-5	275	-3
7	140	+2	139	-1	279	+1
8	137	-1	140	±0	277	-1
9	137	-1	140	±0	277	-1
11	141	+3	137	-3	278	±0
12	143	+5	+37	-3	280	+2
13	137	-1	135	-5	272	-6
14	137	-1	135	-5	275	-6
15	138	±0	137	-3	272	-3
16	140	+2	135	-5	275	-3
17	134	-4	137	-3	271	-7
18	142	+4	139	-1	281	+3
19	138	±0	136	-4	274	-4
P% ₀₅	3,2		3,0			
НСР ₀₅	13		12			

На второй кукурузе в севообороте существенное снижение урожая силосной массы отмечено на варианте 8 (71 ц/га при НСР₀₅ 60 ц/га), где под кукурузу не предусмотрено внесение азота, фосфора и калия и за счет этого уменьшены суммарные их дозы за ротацию севооборота. На всех остальных вариантах опыта отклонения урожая силосной массы кукурузы от основной системы составили от -31 до +29 ц/га, т.е. намного ниже, чем значение наименьшей существенной разницы в опыте.

Урожай многолетних трав также изменился незначительно в зависимости от разных систем удобрения в севообороте (табл. 48). Отмечено устойчивое существенное снижение урожая сена трав только на контрольном варианте (на 32 и 36 ц/га при НСР₀₅ 13,0 и 12 ц/га).

Урожай многолетних трав, в расчете на сено, за два года пользования на варианте основной системы удобрения составил 278 ц/га. Увеличение в 1,5 раза доз удобрений не повысило урожай, а снижение их в 2 раза уменьшило

его только на 11 ц/га. По остальным вариантам опыта отклонения в урожайности многолетних трав выражаются в меньших величинах — от — 7 до +4 ц/га.

Следует также отметить, что в третьей ротации получена примерно одинаковая урожайность многолетних трав как в первый, так и во второй год пользования, тогда как в первой и второй ротациях севооборота отмечалась устойчивая тенденция к увеличению продуктивности многолетних трав во второй год пользования.

Стабильность урожайности многолетних трав по различным вариантам опыта отмечалась в первой и второй ротациях севооборота, что свидетельствует о высокой их способности мобилизовать и потреблять питательные вещества из почвы. Это предположение подтверждается и уровнем урожая сена многолетних трав на контрольном варианте, где за два года пользования травами в первой ротации он составил 188 ц/га, во второй — 225 и в третьей — 210 ц/га.

Таким образом, из всех культур севооборота сахарная свекла в наибольшей степени отзывается на изменения системы удобрения, а такие культуры, как кукуруза на силос и, особенно, многолетние травы, реагируют на эти изменения незначительно.

Расчет баланса основных элементов питания показал, что в течение трех ротаций севооборота на вариантах 2 и 10, где сохранялась основная система удобрения, наблюдался резкий дефицит по калию и азоту, баланс по фосфору был положительный (табл. 49).

При расчете баланса азота в севообороте нами использованы результаты ранее проведенных исследований с учетом количества азота в корневых и пожнивных остатках люцерны двухлетнего пользования. Коэффициенты использования азота, согласно этим исследованиям, приняты: из воздуха 0,77 (K_1) и из почвы 0,23 (K_2). В сухой массе пожнивных и корневых остатков люцерны, остающихся в почве после двух лет пользования (в среднем 164 ц/га), содержится 323 кг/га азота.

На варианте с основной системой удобрения наибольший дефицит был отмечен во второй ротации, уменьшение дефицита азота в третьей ротации произошло за счет снижения количества выноса азота культурами севооборота. Количество фосфора, внесенного в почву на варианте основной системы удобрения, от его выноса культурами севооборота составило за первую ротацию 155%, за вторую — 135% и за третью — 141% (табл. 50). В сумме за три рота-

**Баланс азота в севообороте на варианте
с основной системой удобрения,
кг/га**

Статьи баланса	Приход расход	Ротация		
		первая	вторая	третья
Расход азота				
Вынос люцерной азота из почвы ($K_2=0,23$)	—	145	171	179
Вынос другими культурами	—	928	1135	1034
Сумма расхода азота	—	1073	1307	1213
Приход азота				
С органическими остатками люцерны (общий)		323	323	323
В том числе усвоенный из воздуха	+	249	249	249
Внесенный с удобрениями	+	570	575	575
Сумма прихода азота	+	819	824	824
Дефицит азота	—	254	483	389

ции севооборота в почве накопилось 623 кг/га P_2O_5 , общий баланс фосфора за этот период равнялся 143%.

Как было отмечено, в опыте баланс калия за все три ротации севооборота был резко отрицательный, дозы вносимых удобрений возмещали вынос K_2O культурами севооборота только на 17,2—20,6% (в среднем на 19%). За три ротации севооборота дефицит калия составил—6944 кг/га, что привело к некоторому снижению водорастворимой и обменной форм K_2O в почве. Однако следует отметить, что такой большой дефицит калия не отразился на продуктивности культур севооборота вследствие высоких запасов почвенного калия и поддержания подвижного равновесия между разными его формами в почве.

Проведенные в опыте агрохимические исследования, а также литературный обзор по другим зонам свеклосеяния, позволили прийти к выводу о целесообразности изучения внесения фосфорных и калийных удобрений в севообороте в запас, т. е. ежегодное внесение этих удобрений заменить применением их 1—3 раза за ротацию севооборота. Этот вопрос был изучен в стационарном опыте на Киргизской опытно-селекционной станции по сахарной свекле за период с 1972 по 1984 г. В опыте соблюдалось следующее чередование культур: ячмень с подсевом многолетних трав, многолетние травы, многолетние травы, озимая пшеница, сахарная свекла, яровой ячмень, сахарная свекла, кукуруза на силос, сахарная свекла.

Баланс фосфора и калия в севообороте на варианте с основной системой удобрения

Ротации севооборота	Внесено P ₂ O ₅ и K ₂ O, кг/га	Вывос P ₂ O ₅ и K ₂ O, кг/га	Разница, кг/га	Внесено P ₂ O ₅ и K ₂ O в % от вы- носа
Баланс фосфора				
Первая	690	444	+246	155
Вторая	690	513	+177	135
Третья	690	490	+200	141
В сумме за три ротации	2070	1447	+623	143
Баланс калия				
Первая	530	2705	-2175	19,5
Вторая	550	3200	-2650	17,2
Третья	550	2669	-2119	20,6
В сумме за три ротации	1630	8574	-6944	19,0

Исследования проводилось на десяти вариантах опыта (табл. 51). В рядки при посеве вносились N₁₀P₁₅ как общий фон, остальная доза минеральных туков применялась под зябь как основное удобрение. Повторность опыта 4-кратная, площадь делянки 261 кв. м. В проведении исследований принимали участие И. Ф. Шпиньков, В. И. Фоменко, В. М. Золоев, А. Т. Квашнин.

Исследования показали, что при внесении фосфорных и калийных удобрений только под свеклу 1, 2, 3 в севообороте, урожай корнеплодов свеклы 1 и 2 находился на уровне с рекомендованной системой удобрения (вариант 1), а урожай свеклы 3 — на 43 ц/га выше контрольного (табл. 52, 53). Сбор сахара с гектара был на уровне варианта 1. Аналогичной оказалась продуктивность свеклы на варианте 5.

При двухразовом внесении фосфорных и калийных удобрений за ротацию севооборота под свеклу 1 и 2 наблюдалось снижение урожая на свекле 2, что сказалось и на сборе сахара с гектара. Введение полуторных и двойных доз азотных удобрений не привело к повышению продуктивных показателей сахарной свеклы.

Избыток азота при незначительном росте урожайности корнеплодов ухудшил качество сырья, в результате недобор сахара по этим вариантам составил 3 — 4 ц/га. Даже внесение повышенных доз (в 2 раза) калийных удобрений

Схема опыта

Чередовани е культур в севообороте	Виды удобре- ний	Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Свекла 1	N	80	80	80	80	80	80	120	160	160	160
	P ₂ O ₅	110	145	325	560	240	325	325	325	325	560
	K ₂ O	70	70	180	250	140	70	180	180	360	250
Ячмень	N	70	70	70	70	70	70	105	140	140	140
	P ₂ O ₅	50	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Свекла 2	N	120	120	120	120	120	120	180	240	240	240
	P ₂ O ₅	110	195	15	15	15	15	15	15	15	15
	K ₂ O	70	110	—	—	—	70	—	—	—	—
Кукуруза на силос	N	120	120	120	120	120	120	180	240	240	240
	P ₂ O ₅	100	15	15	15	235	15	15	15	15	15
	K ₂ O	40	—	—	—	110	40	—	—	—	—
Свекла 3	N	80	80	80	80	80	80	120	160	160	160
	P ₂ O ₅	110	250	250	15	15	250	250	250	250	15
	K ₂ O	—	70	70	—	—	—	70	70	140	—
Ячмень+ травы	навоз	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	N	30	30	30	30	30	30	45	60	60	60
	P ₂ O ₅	120	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Травы 1-го года поль- зования	K ₂ O	70	—	—	—	—	70	—	15	—	—
	N	30	30	30	30	30	30	45	60	60	60
	P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Травы 2-го года поль- зования	K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Озимая пшеница	K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	N	40	40	40	40	40	40	60	80	80	80
	P ₂ O ₅	50	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Продуктивность сахарной свеклы при периодическом внесении фосфорно-калийных удобрений

Варианты опыта и их содержание	Урожай сахарной свеклы, ц/га			Сахаристость, %			Сбор сахара, ц/га			Сред- нее
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1. Ежегодно	511	561	537	15,8	14,5	13,5	79,9	81,3	73,5	78,2
2. РК под свеклу 1, 2 и 3	509	566	580	15,8	14,3	13,1	79,4	80,8	76,3	78,8
3. РК под свеклу 1 и 3	517	508	519	16,1	14,3	13,1	82,2	75,5	68,1	75,3
4. РК под свеклу 1	522	530	542	15,6	13,7	13,1	80,9	72,4	68,6	74,0
5. РК под свеклу 1 и кукурузу	531	574	557	16,0	14,0	13,0	84,2	80,6	72,5	79,1
6. P под свеклу 1 и 3+1 NK	529	519	570	16,0	14,3	13,4	83,9	72,6	76,2	77,6
7. РК под свеклу 1 и 3+1,5 N	517	525	579	15,7	13,5	12,9	81,0	70,9	76,1	76,0
8. РК под свеклу 1 и 3+2 N	541	580	574	15,3	13,0	12,1	82,2	75,5	67,7	75,1
9. P под свеклу 1 и 3+2 NK	531	553	569	15,9	13,3	11,4	83,9	73,5	65,4	74,3
10. РК под свеклу 1+2 N	549	563	543	15,6	13,6	12,1	84,9	76,6	65,8	75,8
P%	2,75	2,91	3,13	0,89	1,37	1,81				2,77
HCP ₀₅	43,0	47,0	52,0	0,42	0,57	0,68				6,3

Технологические качества сахарной свеклы при периодическом внесении фосфорно-калийных удобрений

Варианты опыта и их содержание	Добро- качест- венность сока, %	Потери сахара в мелас- се, %	% раст- воримой золы	Выход сахара на заводе	
				ц/га	%
1. Ежегодно	93,3	1,37	0,134	69,9	11,87
2. РК под свеклу 1, 2 и 3	92,9	1,44	0,140	65,0	11,34
3. РК под свеклу 1 и 3	93,5	1,35	0,130	60,8	11,60
4. РК под свеклу 1	93,2	1,41	0,137	62,3	11,43
5. РК под свеклу 1 и кукурузу	92,9	1,46	0,136	64,7	11,37
6. Р под свеклу 1 и 3+1 НК	93,2	1,43	0,132	64,1	11,61
7. РК под свеклу 1 и 3+1,5 N	92,1	1,61	0,149	59,3	10,80
8. РК под свеклу 1 и 3+2 N	92,1	1,54	0,151	60,9	10,41
9. Р под свеклу 1 и 3+2 НК	90,9	1,70	0,171	57,3	10,16
10. РК под свеклу 1+2 N	91,3	1,73	0,158	58,1	10,36

не сдерживало отрицательного действия избытка азота на качество корнеплодов.

«Запасное» внесение фосфорно-калийных удобрений, один раз за ротацию севооборота под свеклу 1, снизило сахаристость на 0,3%, а следовательно, и сбор сахара с гектара получен ниже от контрольного варианта на 4,2 ц/га.

Таким образом, практически равными контролю по сбору сахара оказались второй (+0,6 ц/га), пятый (+0,9 ц/га) и шестой (-0,6 ц/га) варианты. По остальным вариантам опыта проявилось некоторое снижение основных показателей продуктивности сахарной свеклы.

Согласно схеме опыта все зерновые колосовые использовали в основном последствие ранее внесенных удобрений. Тем не менее в опыте получены довольно высокие урожан зерна, особенно при размещении ячменя в первом поле севооборота (табл. 54). На всех вариантах с периодическим внесением фосфорно-калийных удобрений не было получено существенных прибавок или снижения урожая зерновых колосовых культур. Исключением являются вариант 2, где недобор зерна озимой пшеницы составил 3,5 ц/га, и 10, который по продуктивности незначительно превышает контроль.

**Урожай зерна колосовых культур при периодическом внесении
фосфорно-калийных удобрений, ц/га**

Варианты опыта и их содержание	Озимая пшеница	Ячмень с подсевом трав	Яровой ячмень
1. Ежегодно	31,0	37,7	26,4
2. РК под свеклу 1, 2 и 3	27,5	38,6	25,7
3. РК под свеклу 1 и 3	30,0	39,8	25,7
4. РК под свеклу 1	29,7	37,8	25,9
5. РК под свеклу 1 и кукурузу	30,9	37,2	25,5
6. Р под свеклу 1 и 3, НК по варианту 1	31,1	37,2	24,2
7. РК под свеклу 1 и 3+1,5 N	29,0	35,3	25,1
8. РК под свеклу 1 и 3+2 N	32,8	35,9	25,9
9. Р под свеклу 1 и 3+2 НК	31,7	37,4	23,3
10. РК под свеклу 1+2 N	35,0	38,4	26,7
Р%	3,28	2,67	4,61
НСР ₀₅	2,98	2,96	2,73

Важное место в свекловичном севообороте занимают кормовые культуры, поэтому весьма полезно было выяснить действие периодического способа внесения фосфорно-калийных удобрений на их продуктивность. Полученные данные приведены в таблице 55.

В вариантах 4, 6, 7 произошло заметное снижение урожая зеленой массы кукурузы, остальные находились на уровне контроля. Практически равными оказались и урожай сухого сена с гектара на всех вариантах опыта.

Для оценки эффективности периодического способа внесения удобрений была подсчитана суммарная продуктивность культур свекловичного севооборота за одну ротацию в кормовых единицах (табл. 56).

Прибавка суммарной продукции севооборота наблюдается на вариантах с внесением фосфорно-калийных удобрений периодически в три приема (под свеклу 1, 2, 3) и два раза за ротацию (под свеклу 1 и кукурузу), а также при увеличении вдвое доз азотных удобрений. В последнем случае экономическая эффективность снижается за счет дополнительных затрат, связанных с увеличением доз азотных удобрений.

На основе проведенных исследований было доказано, что при средней и высокой обеспеченности лугово-сероземных почв подвижными формами P_2O_5 и K_2O периодическое перераспределение фосфорно-калийных удобрений до 2 или 3 раз за ротацию севооборота под наиболее требовательные к минеральному питанию культуры экономически и органи-

Действие периодического способа внесения фосфорно-калийных удобрений на продуктивность кормовых культур севооборота, ц/га

Варианты опыта и их содержание	Куку- руза на силос	Травы 1-го года пользо- вания	Травы 2-го года пользо- вания
1. Ежегодно	510	124	136
2. РК под свеклу 1, 2 и 3	496	124	137
3. РК под свеклу 1 и 3	504	129	136
4. РК под свеклу 1	432	124	136
5. РК под свеклу 2 и кукурузу	496	125	137
6. Р под свеклу 1 и 3, НК по варианту 1	442	129	137
7. РК под свеклу 1 и 3+1,5 N	436	127	136
8. РК под свеклу 1 и 3+2 N	481	125	135
9. Р под свеклу 1 и 3+2 НК	493	124	140
10. РК под свеклу 1+2 N	496	122	140
P%	2,9	2,9	2,39
НСР ₀₅	41,0	10,4	9,7

Таблица 56

Эффективность периодического способа внесения удобрений за ротацию севооборота

Продуктивность в кормовых единицах, ц/га	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сумма по всем культурам за ротацию севооборота	931	1011	971	981	1024	968	981	1049	1017	104
Зерновые колосовые	175	165	172	168	177	164	161	172	168	181
Кормовые культуры	247	245	249	229	245	237	232	242	245	245
Сахарная свекла	569	601	550	584	601	567	588	635	604	618

зационно более целесообразно, чем ежегодное применение туков.

Проведенные в стационарных и временных опытах многолетние исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Система удобрения на лугово-сероземных почвах, условно названная «основной», обеспечила повышение продуктивности культур севооборота на 32,6%,

или на 269 ц кормовых единиц, в том числе сахарной свеклы на 51,2%, многолетних трав, озимой пшеницы и ярового ячменя на 24,3—32,4%. Эффективность этой системы удобрения в третьей ротации севооборота уменьшилась на 34 ц кормовых единиц по сравнению со второй ротацией в основном из-за снижения продуктивности озимой пшеницы (на 10%) и сахарной свеклы (на 8%).

2. Увеличение доз азота, фосфора и калия в 1,5 раза практически не повлияло на продуктивность культур свекловичного севооборота, в среднем за третью ротацию с 1 га получено на 4 ц кормовых единиц больше, чем на варианте основной системы. Снижение доз удобрений в два раза привело к значительному недобору урожая сахарной свеклы и некоторому снижению урожая других культур севооборота.

3. Другие изменения системы удобрения (разное соотношение элементов питания, перераспределение удобрений под культурами севооборота, замена навоза эквивалентным количеством минеральных удобрений, внесение гипса) не дали положительных результатов по сравнению с основной системой удобрения.

4. Основная система удобрения обеспечила в третьей ротации севооборота довольно высокий урожай сахарной свеклы — 550—592 ц/га с содержанием сахара 13,45—15,60%, сбор сахара составил 75,9—97,0 ц/га. Однако продуктивность свеклы во второй ротации была значительно выше. Снижение урожая сахарной свеклы в третьей ротации произошло в основном из-за значительного поражения ее корневыми гнилями.

5. При длительном сельскохозяйственном использовании почвы без внесения удобрений или с применением одних только минеральных удобрений процесс минерализации преобладает над синтезом органического вещества. При сочетании минеральных удобрений с навозом, хотя и отмечается некоторое разложение органического вещества в верхнем слое почвы, не наблюдается тенденция к повышению суммарных запасов гумуса и общего азота в пахотном и подпахотном горизонтах почвы.

6. В третьей ротации, как и в предыдущий период, в опыте наблюдается отрицательный азотный баланс. Дефицит азота за третью ротацию на варианте с основной системой удобрения составил 389 кг. Вносимые азотные удобрения и навоз восполняли вынос азота урожаем культур севооборота только на 23,7—39,7%.

7. За три ротации севооборота, благодаря применению

навоза и минеральных удобрений, почва из низкой степени обеспеченности подвижной P_2O_5 перешла в группу повышенной и высокой обеспеченности. При этом баланс фосфора в севообороте был положительным, за исключением варианта, где дозы минеральных удобрений снижены в два раза. Накопление P_2O_5 на варианте основной системы к концу третьей ротации составило 377 кг/га.

8. Баланс калия в третьей ротации севооборота, как и в предыдущие две ротации, резко отрицательный и составляет на варианте с основной системой удобрений — 2119 кг. Нормы калийных удобрений и навоза за третью ротацию севооборота возмещали вынос калия только на 8,9—24,5%. Наблюдаемый в течение трех ротаций отрицательный баланс обусловил некоторое снижение обменного калия в почве, однако продуктивность культур севооборота при этом не снижалась.

9. Азотные удобрения под сахарную свеклу и другие культуры севооборота целесообразно вносить ежегодно. Фосфорные и калийные удобрения в севообороте можно частично вносить периодически 2—3 раза за ротацию девятипольного севооборота. При этом учитывается уровень содержания подвижных форм фосфорных и калийных соединений в почве.

10. В качестве основного удобрения под сахарную свеклу наряду с простыми минеральными туками целесообразно вносить под зяблевую вспашку такие сложные удобрения, как аммофос, нитрофос и нитроаммофоска, соблюдая при этом установленные выше принципы применения удобрений в свекловичном севообороте.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

При определении экономической эффективности применения удобрений нами учитывались среднегодовые затраты, связанные с внесением удобрений, проведением работ по перевозке и подготовке их к внесению, стоимость затрат на уборку дополнительного урожая и стоимость дополнительной продукции. Все материально-денежные и трудовые расходы исчислялись согласно технологическим картам по выращиванию сельскохозяйственных культур на Киргизской опытно-селекционной станции по сахарной свекле. По сумме расходов определялась себестоимость дополнительной продукции, а по разнице между стоимостью прибавки уро-

жая и расходом на применение удобрений устанавливались условно чистый доход и рентабельность применения удобрений.

Проведенные расчеты показали высокую эффективность применения удобрения под сахарную свеклу, а также под культуры свекловичного севооборота.

Окупаемость удобрений за три ротации свекловичного севооборота на лугово-сероземных почвах приведена в таблице 57.

В первой ротации на варианте 2, где соблюдалась рекомендуемая для производства система удобрения, была получена прибавка основной и побочной продукции на сумму 179,6 руб./га, окупаемость 1 ц стандартных туков составила 26,4 руб., условно чистый доход — 117,6 руб./га, уровень рентабельности достиг 189%. При увеличении доз удобрений за ротацию севооборота в 1,5 раза экономические показатели снизились и уровень рентабельности составил 153%. Уменьшение доз удобрений в два раза способствовало повышению окупаемости минеральных туков, однако при этом продуктивность культур севооборота намного уступала второму варианту.

Во второй ротации севооборота экономические показатели применения удобрений значительно возросли вследствие повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, а также в связи с введением в севооборот такой интенсивной культуры, как кукуруза на силос. В этой ротации наибольшая окупаемость минеральных туков получена на варианте 4, однако эта система удобрения не рекомендована производству вследствие относительно низкой продуктивности культур севооборота. Увеличение в 1,5 раза доз удобрений против основной системы существенно не повысило урожайность культур севооборота, а экономическая эффективность применения удобрений значительно снизилась.

Эффективность применения удобрений в третьей ротации севооборота также высока, хотя она и снизилась по сравнению со второй ротацией. На варианте 2 получена наибольшая окупаемость удобрений, условно чистый доход на 1 га севооборота площади составил 194,8 руб., на 1 ц внесенных удобрений в стандартных туках — 28,5 руб., а на каждый рубль затрат получено чистой прибыли 2,95 руб. В среднем за три ротации севооборота окупаемость 1 ц стандартных туков составила 23,9—48,2 руб., а рентабельность применения удобрений — 217 — 292%.

Нами рассчитана также сравнительная экономическая эффективность применения под сахарную свеклу простых

Экономическая эффективность применения удобрений за три ротации севооборота

Варианты опыта и их содержание	Внесено стан- дартных туков, ц		Стоимость допол- нительной продук- ции, руб.		Окупаемость 1 ц стандартных туков, руб.	Всего затрат по применению удоб- рений и уборке дополнительного урожаа		Условно чистый доход от применения удобрений			Уровень рента- бельности, %
	за ро- тацию	на 1 га	за ро- тацию	на 1 га		за ро- тацию	на 1 га	на 1 га	на 1 ц туков	на 1 руб. затрат	
Первая ротация											
2. 10. 1 доза NPK (N ₄₂₀ P ₆₁₅ K ₃₂₀)	61,3	6,8	1616,2	179,6	26,4	558,5	62,0	117,6	17,3	1,89	189
3. 1,5 дозы NPK (N ₆₀₀ P ₈₅₅ K ₄₈₀)	91,0	10,1	1761,7	195,7	19,3	697,0	77,4	118,3	11,7	1,53	153
4. 0,5 дозы NPK (N ₂₄₀ P ₃₇₅ K ₁₆₀)	29,6	3,3	1262,8	140,3	42,5	379,8	42,2	98,1	29,7	2,32	232
Вторая ротация											
2. 10. 1 доза NPK	67,2	7,4	2370,0	263,3	35,6	567,0	63,0	200,3	27,0	3,18	318
3. 1,5 дозы NPK	103,6	11,5	2689,3	298,8	26,0	730,5	81,1	217,7	18,9	2,68	268
4. 0,5 дозы NPK	33,6	3,7	1961,4	217,9	58,9	399,1	44,3	173,6	46,9	3,82	392
Третья ротация											
2. 10. 1 доза NPK	61,7	6,8	2347,7	260,9	38,3	601,3	66,1	194,8	28,6	2,95	295
3. 1,5 дозы NPK	87,8	9,7	2303,6	255,9	26,3	695,5	77,2	178,7	18,4	2,31	231
4. 0,5 дозы NPK	35,8	3,9	1522,9	169,2	43,3	431,8	47,9	131,3	31,1	2,53	253
В среднем за три ротации											
2. 10. 1 доза NPK	63,4	7,0	2111,3	234,6	33,4	575,6	63,7	170,9	24,3	2,67	267
3. 1,5 дозы NPK	94,1	10,4	2251,5	250,1	23,9	707,7	78,6	171,6	16,3	2,17	217
4. 0,5 дозы NPK	33,0	3,6	1582,4	175,8	48,2	403,6	44,8	131,0	35,9	2,92	292

**Экономическая эффективность применения под сахарную свеклу
простых и сложных удобрений**

Варианты опыта, дозы и формы удобрений	Внесено стандартных туков, ц/га	Стоимость прибавки выхода сахара, руб.	Окупаемость 1 ц стан- дартных туков, руб.	Всего затрат по приме- нению удобрений и уборке дополнительного урожая, руб.	Условно чистый доход			Уровень рентабельно- сти, %
					на 1 га	на 1 ц туков	на 1 руб. затрат	
2. N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₇₀ простые	14,4	312,0	21,6	84,7	227,3	15,6	2,7	268
3. N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₇₀ сложные	6,1	422,4	69,2	78,8	343,6	56,3	4,4	436
4. N ₂₄₀ P ₃₀₀ K ₁₄₀ простые	28,8	331,2	11,5	155,5	6,1	1,1	1,1	113
5. N ₂₄₀ P ₃₀₀ K ₁₄₀ сложные	12,2	384,0	31,5	146,8	237,2	19,4	1,6	161

и сложных удобрений (табл. 58). Установлена более высокая окупаемость сложных удобрений. Так, окупаемость 1 ц стандартных туков простых удобрений составила 21,6 руб., а сложных — 69,2 руб. В зависимости от доз и форм удобрений условно чистый доход с 1 га находился в пределах 175,7 — 343,6 руб. Экономически наиболее рациональным оказалось внесение под сахарную свеклу годовой дозы N₁₂₀P₁₅₀K₇₀ в виде сложных удобрений, уровень рентабельности при этом равен 436 %.

В таблице 59 приведены данные расчетов экономической эффективности применения основной системы удобрения в стационарном опыте, заложенном в 1940 г. с целью окультуривания солончаковых сероземно-луговых почв. Окупаемость удобрений в опыте резко отличается в первой и четвертой ротациях севооборота. Низкие показатели экономической эффективности удобрений в первой ротации севооборота обусловлены еще недостаточным опреснением почвы и небольшими прибавками урожая сельскохозяйственных культур. Однако, как отмечает Л. И. Дашевский (1976), данные окупаемости удобрений, полученные в первый период освоения солончаковых почв, весьма важны, так как была доказана целесообразность применения удобрений и на засоленных, недостаточно опресненных почвах. Рентабельность применения удобрений в четвертой ротации се-

Экономическая эффективность применения основной системы удобрения для окультуривания сероземно-луговых почв Чуйской долины

Показатели	Первая ротация (1940—1947 гг.)	Четвертая ротация (1961—1968 гг.)
Стоимость дополнительной продукции, полученной от применения удобрений, руб.	1337	3361
Получено прибыли с 1 га за ротацию севооборота, руб.	753	2841
Получено чистого дохода на 1 затраченный рубль, руб.	1,20	5,45
Рентабельность применения удобрений, %	120	545

вооборота резко возросла и составила 545%. Это было обусловлено резким увеличением продуктивности культур севооборота и значительными прибавками урожая от применения удобрений.

Таким образом, результаты проведенных многолетних исследований являются научной базой для высокоэффективного использования органических и минеральных удобрений под сахарную свеклу и под культуры свекловичного севооборота на орошаемых лугово-сероземных и сероземно-луговых почвах Чуйской долины.

Наибольшая продуктивность сельскохозяйственных культур и наивысшая экономическая эффективность от применения удобрений обеспечиваются при всестороннем учете многообразия почвенно-климатических условий Чуйской долины, агробиологических особенностей возделываемых культур и при соблюдении высокой культуры земледелия.

ЛИТЕРАТУРА

- Акималиев Д. А.* Влияние удобрений на ход роста, сахаристость и урожайность сахарной свеклы в орошаемых условиях Киргизской ССР. Автореф. канд. дис. Фрунзе, 1961.
- Акималиев Д. А.* Сахарная свекла и ее продуктивность в Киргизии. Фрунзе: Кыргызстан, 1969.
- Акималиев Д. А.* Система возделывания орошаемой сахарной свеклы в Киргизской ССР. Фрунзе: Кыргызстан, 1974.
- Акималиев Д. А.* Научные основы повышения продуктивности сахарной свеклы в орошаемых условиях Киргизской ССР. Автореф. докт. дис. Киев, 1980.
- Акималиев Д. А.* Сахарная свекла в Киргизии. Фрунзе: Кыргызстан, 1982.
- Акималиев Д. А., Золоев В. М.* Действие длительного применения удобрений в севообороте на содержание гумуса и азота в сероземно-луговых почвах Киргизии. — *Агрохимия*, 1975, № 12.
- Азаров Б. Ф.* О сроках внесения азотных удобрений под сахарную свеклу на орошаемых лугово-сероземных почвах Чуйской долины Киргизской ССР. Автореф. канд. дис. Алма-Ата, 1974.
- Баженов Н. К.* Улучшение засоленных и солонцеватых почв Киргизии. Фрунзе: Кыргызстан, 1967.
- Бровкин А. А.* О системе удобрения культур в свекловичных севооборотах в Киргизии. Тр. Кирг. опытно-селекционной станции по сах. свекле. Вып. 3, 1968.
- Бузанов И. Ф.* Агробиологические свойства сахарной свеклы. Изд. Укр. Акад. с.-х. наук. Киев, 1960.
- Дашевский Л. И., Курбатов М. С.* Особенности применения удобрений на засоленных и солонцеватых почвах. — В кн.: Справочник по удобрениям, гербицидам и ядохимикатам для Киргизской ССР. Фрунзе: Кыргызстан, 1964.
- Дашевский Л. И.* Пищевой режим почвы, содержание питательных веществ в растениях, вынос и баланс азота, фосфора и калия при длительном применении удобрений в свекловичном севообороте. Сводный отчет. Фрунзе, 1972.
- Дашевский Л. И., Золоев В. М.* Окультуривание почвы при освоении сульфатных солончаков и длительном применении на них удобрений в свекловичном севообороте. Тр. Кирг. опытно-селекционной станции по сах. свекле. Вып. 4, Фрунзе, 1977.
- Добротворцева А. В.* Выращивание сахарной свеклы на семена. М.: Колос, 1975.
- Золоев В. М.* Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы, урожай и качество сахарной свеклы в орошаемых условиях Чуйской долины Киргизской ССР. Автореф. канд. дис. Киев, 1974.

- Золоев В. М.* и др. Безвысадочный способ выращивания семян сахарной свеклы в Киргизии. Фрунзе: Кыргызстан, 1983.
- Золотарев С. Н., Дашевский Л. И.* Опыт освоения бросовых засоленных земель в свеклосовхозе им. Фрунзе. Фрунзе: Киргизгосиздат, 1953.
- Кононова М. М.* Процессы превращения органического вещества и их связь с плодородием почв. — Почвоведение, 1968, № 8.
- Корнев Н. Д.* Влияние калийного удобрения на продуктивность сахарной свеклы в Киргизской ССР. Автореф. канд. дис., Фрунзе, 1964.
- Корнева Н. Г.* Умелое применение удобрений — залог высоких урожаев. Фрунзе: Кыргызстан, 1976.
- Корнева Н. Г.* Эффективность и вопросы перспективного применения удобрений в земледелии Киргизии. Автореф. докт. дис. М., 1978.
- Мамытов А. М., Опенлендер И. В.* Агрохимические свойства почв Киргизии. Фрунзе: Илим, 1969.
- Пресняков П. В.* Основные результаты работ Фрунзенского опытно-селекционного пункта ВНИС по агротехнике сахарной свеклы. Сводный отчет за период 1929—1947 гг. Киев, 1947.
- Яр-Мухамедов Р. Х.* Диагностика минерального питания и сахаристости сахарной свеклы на орошаемых землях Чуйской долины Киргизской ССР. Автореф. канд. дис. Ташкент, 1970.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Агробиохимическая характеристика почв зоны свеклосеяния	6
Особенности роста, развития и минерального питания сахарной свеклы и ее семенников	11
Применение удобрений под сахарную свеклу при орошении	23
Удобрение безвысадочных семенников сахарной свеклы	39
Влияние длительного систематического применения удобрений на плодородие почв	49
Система удобрения культур свекловичных севооборотов	62
Экономическая эффективность применения удобрений	101
Литература	106

Джамин Акималиевич Акималиев,
член-корреспондент АН Киргизской ССР,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Владимир Муссаевич Золоев,
кандидат сельскохозяйственных наук

СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ СВЕКЛОКУЛЬТУР В КИРГИЗСКОЙ ССР

Редактор *Г. С. Бабинцева*
Художественный редактор *Ч. Абдраимов*
Технический редактор *Н. Лаврова*
Корректор *В. Заруцкая*

ИБ № 3657

Сдано в набор 21. 10. 85. Подписано в печать 19. 03. 86. Д—05700.
Формат бумаги 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 1. Литературная
гарнитура. Печать высокая. Физ. печ. л., 3,375. Усл. печ. л.
5,67. Уч.-изд. л. 6,105. Усл. кр.-отт. 5,88. Тираж 1000.
Заказ № 30. Цена 25 коп.

Ордена Дружбы народов издательство «Кыргызстан».
720737, ГСП, Фрунзе, 21, ул. Советская, 170.

Киргизполиграфкомбинат им. 50-летия Киргизской ССР Госкомиздата
Киргизской ССР.
720461, ГСП, Фрунзе, 5, ул. Жигулевская, 102.

