

631.559

0-62

71348



ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЕВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

(Сборник научных трудов)

ВОЛГОГРАД 1983

632.559

0-62

Всесоюзная ордена Ленина
и ордена Трудового Красного Знамени
академия сельскохозяйственных наук
имени В. И. Ленина
Всероссийское отделение

Всероссийский научно-исследовательский
институт орошаемого земледелия

ОПТИМИЗАЦИЯ
УСЛОВИЙ
ФОРМИРОВАНИЯ
УРОЖАЕВ
НА ОРОШАЕМЫХ
ЗЕМЛЯХ

(Сборник научных трудов)



ВОЛГОГРАД 1988

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЕВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ:

Сб. науч. тр. /Редкол: Кружилин И. П. (отв. ред.) и др.— Волгоград: ВНИИОЗ, 1988.— 192 с.

В сборнике представлены результаты исследований по разработке комплекса мероприятий по повышению эффективности использования орошаемых земель. Даны принципы оптимизации структуры севооборотов и обработки почвы, режимов орошения и минерального питания, системы защиты растений. Приведены методы улучшения использования почвенно-климатических и материально-технических ресурсов в условиях широкого внедрения интенсивных технологий выращивания урожаев сельскохозяйственных культур на орошаемых землях и на основе оперативного контроля состояния посевов.

Рассчитан на специалистов орошаемого земледелия, научных работников, преподавателей сельскохозяйственных институтов, аспирантов.

Редакционная коллегия:

Кружилин И. П. (ответственный редактор),
Медведев Г. А. (зам. ответственного редактора),
Климов А. А. (ответственный секретарь),
Пожилов В. И., Таранов М. И., Лепилина Л. М.

Рекомендован для издания Ученым советом Всероссийского НИИ орошаемого земледелия 28.03.1988 г., протокол № 4. Председатель Ученого совета — член-корреспондент ВАСХНИЛ И. П. КРУЖИЛИН.

Настоящий сборник статей посвящен общим и частным вопросам оптимизации процессов возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях — основополагающей проблемы повышения эффективности использования поливных угодий. В статье проф. И. П. Кружилина показано, что при ее рассмотрении приходится решать широкий круг различных по целевому назначению прямых и обратных агротехнологических, технических и организационно-экономических задач. В прямых задачах выясняется, какой максимальный результат возможен при имеющихся климатических, почвенных, материально-технических и других ресурсах. Этому посвящены все статьи о состоянии работ по программированному выращиванию урожаев в различных регионах страны, разработке технологии возделывания сельскохозяйственных культур. В обратных задачах конечный результат задан и определяются условия, его гарантирующие (статьи по расчету норм минерального питания, определению потребного уровня водообеспеченности, густоты стояния растений и др.).

Важно указать на такой аспект проблемы, как используемые методы оптимизации. Наиболее часто встречающиеся случаи связаны с решением прямых задач, оформлением их решений в виде типовых технологий возделывания сельскохозяйственных культур с определенной урожайностью. Параметры таких технологий — среднестатистические численные значения, полученные в многолетних исследованиях и обобщенные на сравнительно больших площадях природно-экономических регионов. Такой уровень оптимизации обеспечивает ее в среднем с большой степенью неопределенности конечных результатов из-за многофакторности и случайного характера большинства процессов формирования урожая. Поэтому с возникновением и развитием работ по программированию урожаев стали применять более детальную дифференциацию регионов на почвенно-климатические зоны, определять для них сочетания ведущих урожаеобразующих факторов, обе-

спечивающих получение различных уровней урожайности, и соответствующим образом корректировать типовые технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Такой подход снизил степень неопределенности оптимизации, однако оставлен без изменения основной принцип управления процессами формирования урожая — исходные величины технологических параметров задаются на весь период вегетации, т. е. управление осуществляется по разомкнутому циклу. Более высокий уровень оптимизации достигается при управлении процессами с использованием обратной связи, особенно когда речь идет об управлении таким динамичным урожаеобразующим фактором, как влажность почвы. Примером такого подхода служит статья А. Г. Болотина, Ю. Д. Губаюка и В. А. Плешакова по оперативному управлению водным режимом почвы, А. А. Климова об учете физиологических реакций растений для целенаправленного формирования урожая и др.

Обратная связь позволяет своевременно оценить соответствие исходных величин параметров конкретным погодным, почвенным и другим условиям роста и развития растений и рассчитать потребные изменения этих параметров на заданном этапе вегетации. В программировании урожаев обратная связь реализуется через разработку не только исходных (прогностических), но и оперативно-текущих и корректирующих программ формирования урожая.

Большое значение для успеха дела имеют практическая организация работ по выращиванию сельскохозяйственных культур и их техническое оснащение. Этому посвящены статьи В. И. Остапова и Е. К. Михеева, А. П. Сапункова и Д. И. Вайнштейна, В. Г. Петрова и других авторов.

Ознакомление с указанными и другими публикациями сборника позволит судить о разработанности проблемы оптимизации и основных направлениях ее развития.

**Зав. отделом программирования урожаев,
кандидат технических наук А. А. КЛИМОВ.**

УДК 631.587

РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

И. П. КРУЖИЛИН,

член-корреспондент ВАСХНИЛ

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

Систематическое и последовательное претворение в жизнь принятой в Волгоградской обл. на 12-ю пятилетку программы «Мелиорация» способствует значительному расширению площади орошаемых угодий. Только за четыре года (1984—1987) колхозам и совхозам, другим предприятиям агропромышленного комплекса передано в эксплуатацию свыше 170 тыс. га новых поливных площадей. Среднегодовые темпы прироста их возросли с 4...6 тыс. га за период времени до 1984 года до 50 тыс. га и более в последние годы. Благодаря этому фонд мелиорированных земель области удвоился и составляет 382 тыс. га, из которых свыше 300 тысяч гектаров регулярного орошения. Теперь орошаемые земли имеются в 377 хозяйствах. Причем в 93 из них размер орошаемого клина превышает необходимый для устойчивого ведения животноводства минимум — 1,2...1,5 тыс. га. В целом за 12-ю пятилетку планируется ввести в эксплуатацию 280 тыс. га новых и улучшить за счет реконструкции мелиоративное состояние свыше 40 тыс. га существующих поливных угодий. Программа сложная, но объективно необходимая. Выполнение ее позволит к 2000 году иметь в каждом хозяйстве 1,0...1,5 тыс. га орошаемых земель.

Высокие темпы строительства и ускоренное наращивание поливных площадей не самоцель, а средство гарантированного получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур в любые по погодным условиям годы. Прирост площадей орошаемых земель и повышение их продуктивности способствуют увеличению объема производства сельскохозяйственной продукции, приданию развитию экономики колхозов

и совхозов устойчивости и динамизма. Свидетельство этому получение в 1986 году с поливных угодий области 900, 1987—1123 тыс. т кормовых единиц, или соответственно около 30 и 40% всего объема кормов для животноводства.

В хозяйствах области ведется большая и постоянная работа и по повышению продуктивности орошаемых земель. В 1984 г. с каждого поливного гектара посевов кормовых культур было собрано в среднем по 32 ц, 1985—свыше 40, 1986—50 и 1987 г.— 58 ц кормовых единиц. Ежегодное наращивание кормовой силы улучшенного гектара составило в среднем около 10 ц кормовых единиц. Ставится задача — сохранить сложившиеся темпы прироста продуктивности регулярно орошаемых земель с таким расчетом, чтобы к концу текущей пятилетки она достигала 90 ц кормовых единиц с гектара. При достижении этого уровня хозяйства области могут получить с поливных земель в 1990 г. свыше 3,0 млн т кормовых единиц, т. е. на 50% обеспечить потребность в кормах. Это позволит при любых погодных условиях устойчиво вести животноводство, сохранять поголовье и наращивать продуктивность крупного рогатого скота, свиней и овец.

По данным лаборатории экономики Всероссийского НИИ орошаемого земледелия, при продуктивности поливных угодий свыше 50...70 ц кормовых единиц с гектара орошение в наших условиях не может быть убыточным, оно приносит в зависимости от капиталоемкости оросительных систем определенный экономический эффект. Тем самым с расширением площади и повышением продуктивности орошаемых земель до установленных программой показателей могут решаться важнейшие продовольственные и экономические задачи.

Как показывают данные исследований нашего института и опыт передовых хозяйств области, продуктивность орошаемого гектара при применении оптимальных специализированных севооборотов и интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур может достигать 120...135 ц кормовых единиц и более. Подтверждением этому может служить опыт и передовых хозяйств. Так, в 1987 г. 103 хозяйства из 13 районов области получили с орошаемого кормового гектара свыше 60 ц, а в Городищенском

районе с каждого из 14,5 тыс. га по 70,5 ц кормовых единиц. Продуктивности 70 и выше ц кормовых единиц на поливе достигли 53, более 80 ц — 7 и такое же количество хозяйств свыше 90 ц. Среди них колхоз «Страна Советов» Михайловского района, где урожайная сила поливного гектара доведена до 139 ц, колхоз «Урожай» Киквидзенского района (116 ц), совхозы «Светлоярский», «Котельниковский», птицефабрика им. 62-й Армии, производственное объединение «Волго-Дон», ОПХ «Россия», НПО «Орошение».

Следовательно, задача повышения продуктивности поливных угодий к концу 12-й пятилетки в среднем по области до 90 ц кормовых единиц с гектара обоснована данными экспериментальных исследований и подтверждена опытом передовых хозяйств. Решение ее связано не столько с успехами и дальнейшим повышением продуктивности орошаемых земель в лучших хозяйствах, сколько с повышением культуры земледелия и отдачи поливного гектара в основной массе хозяйств. Нельзя признать нормой, что при средней по области продуктивности 58,1 ц в 1987 г. около 40 хозяйств собрали с гектара посевов орошаемых кормовых культур менее 40 ц, а в более чем 50 — от 40 до 50 ц кормовых единиц.

Важные условия эффективного использования орошаемых земель — высокий уровень технического исполнения, надежность, комплексность, качество проектирования и строительства оросительных систем. Основная часть оросительных систем в настоящее время строится в соответствии с техническими требованиями. Головные сооружения имеют, как правило, надежные источники забора воды, оснащены водоподъемными насосными станциями, проводящая сеть их облицована или выполнена в трубах. Для орошения полей используют главным образом широкозахватные дождевальные машины типа «Волжанка», «Днепр», «Фрегат», Кубань». Все это позволяет проводить поливы строго дозированными нормами, осваивать водосберегающие технологии орошения при высоком КПД внутрихозяйственной и межхозяйственной оросительной сети, что способствует не только получению высоких и устойчивых урожаев, но и поддержанию орошаемых земель в хорошем мелиоративном состоянии, повышению плодородия поливных угодий.

Наряду с этим при проектировании и строительстве оросительных систем имеются просчеты и недоработки, вследствие чего ограничиваются возможности хозяйств по реализации потенциала орошаемых земель. На стадии проектирования следует предусматривать не только строительство технически совершенной оросительной и другой мелиоративной сети, но и организацию территории с нарезкой специализированных севооборотов в соответствии с принятой техникой орошения. Например, в хозяйствах животноводческого направления нецелесообразно использовать дождевальные машины «Волжанка», т. к. при этом не реализуется биологический потенциал таких высокостебельных культур, как кукуруза, суданская трава и др., исключается возможность заготавливать силос, осваивать высокопродуктивные, научно обоснованные севообороты.

Немало продукции с орошаемых угодий хозяйства недобирают из-за несвоевременного устранения строителями недоделок вновь сданных площадей. Приемка части из них продолжается до конца календарного года без проведения пробного полива. Перенос первого полива на весеннее время зачастую сопровождается выявлением недоделок, порывов трубопроводов, в результате чего оросительная сеть заполняется водой и вводится в эксплуатацию только в мае — июне или в более позднее время. Чтобы избежать этих потерь, строительным организациям следует переходить на нормальный режим сдачи их в эксплуатацию, т. е. до ноября. Строительные работы в ноябре — декабре предшествующего года необходимо использовать для задела вводимых площадей предстоящего года.

Устранение допускаемых на стадии проектирования и строительства орошаемых земель недостатков, по нашим расчетам, обеспечит повышение продуктивности поливных угодий по меньшей мере на 10...15%. А это значит, что только за счет этого хозяйства области могут дополнительно получить с них 100...150 тыс. т кормовых единиц.

Одно из важнейших условий эффективного использования поливных земель, выхода на установленный к концу пятилетки рубеж продуктивности их — 90 ц кормовых единиц с гектара — высокая общая культура земледелия. Основывается она на научно обоснованном, системном подходе к освоению орошаемых

угодий, выращивании сельскохозяйственных культур только по интенсивным технологиям на основе программирования урожаев. Пример грамотного, эффективного использования улучшенных за счет орошения земель — передовые хозяйства: производственное совхозное объединение «Волго-Дон», совхозы «Мелниоратор», им. 60-летия СССР, «Котельниковский», «Светлоярский» и другие, ОПХ «Новожиженское», «Россия», «Орошаемое». Достигнутая ими продуктивность 80...90 ц кормовых единиц с гектара и выше обеспечивается освоением оптимальной структуры посевных площадей, эффективных, научно обоснованных севооборотов, насыщенных высокоурожайными, отзывчивыми на полив и применение других средств интенсификации культурами. В этих и других передовых хозяйствах созданы постоянные специализированные хозрасчетные подразделения по использованию орошаемых земель: цехи, бригады или звенья. За ними закреплены все поливные земли, техника, отработаны организация и оплата труда на принципах коллективного подряда за конечный результат. В этих подразделениях хорошо организована учеба кадров, что позволяет повысить профессиональную подготовку всех категорий работников, от механизатора до специалиста и руководителя хозяйства. Каждый работник цеха орошаемого земледелия в совершенстве знает технологию возделываемых ими культур. Такой подход к использованию орошаемых земель должен стать нормой для каждого хозяйства, подрядного коллектива.

Всероссийским НИИ орошаемого земледелия совместно с другими научными учреждениями, специалистами агропромышленного комитета и руководителями передовых хозяйств разработана система орошаемого земледелия области на 12-ю пятилетку. В ней изложены основные положения и мероприятия по повышению продуктивности поливных угодий до 70...75 ц кормовых единиц с гектара. Каждому хозяйству для выполнения целенаправленной работы по интенсификации поливного земледелия необходимо на основе областной разработать свою систему мер по последовательному наращиванию урожайной силы орошаемых угодий. Прежде всего следует уточнить структуру посевов на улучшенных землях, за исключением специализированных овощных и картофельных

севооборотов, основную часть поливных угодий рекомендовано отводить под кормовые и зернофуражные культуры. Доля орошаемой площади под кормовыми культурами должна составлять в среднем по области 80...82%. Столь высокий удельный вес кормовых диктуется необходимостью укрепления кормовой базы животноводства и более высокой их отзывчивостью на поливы. По данным нашего института, в кормовых севооборотах при включении в них вместо колосовых зерновой кукурузы на 10...20% увеличивается выход кормовых единиц.

Ведущее место в кормовых севооборотах отводится посевам многолетних трав в чистом или смешанном виде: люцерне, кострецу безостому, эспарцету и другим культурам. Продолжительность использования их, как правило, не должна превышать трех лет. С учетом этого под посевы многолетних трав в системе орошаемого земледелия области отводится до 40...42% кормового клина. Большой удельный вес их определяется хорошей отзывчивостью на поливы и высокой продуктивностью. При 4...5 укосах люцерны можно, например, получить 15,0...20,0 т высокобелкового сена или 70,0...80,0 т/га зеленой массы. Несмотря на это, под посевами многолетних трав в хозяйствах пока занято примерно наполовину меньше рекомендуемой площади орошаемых земель.

С учетом необходимости санитарного разрыва и возможности возврата посева многолетних трав, в особенности люцерны, не раньше чем через 4 года севооборот должен быть 7...8-польным. Второй обязательной культурой в кормовом севообороте по праву признана кукуруза, под которую следует отводить 2...3 поля. Это высокоурожайная отзывчивая на поливы и удобрения культура. По данным исследований ВНИИОЗ, ее продуктивность при возделывании по интенсивной технологии составляет 10,0...11,0 т/га зерна, или 60,0...80,0 т/га зеленой массы с початками. В совхозе «Пламя революции» Среднеахтубинского района в 1987 г. при орошении нормой 3850 м³/га и внесении 330 кг д. в. удобрений с каждого из 1008 га посевов кукурузы, возделываемой по зерновой технологии, получено по 124,6 ц кормовых единиц. На площади 504 га этот показатель достигал 145 ц/га кормовых единиц. Таким образом, посевам орошаемой кукурузы надо отводить необходимое число полей и

выращивать ее только по зерновой технологии. В орошаемом севообороте, кроме многолетних трав и кукурузы, 1...3 поля следует занимать суданской травой, кормовой свеклой, сорго, многокомпонентными смесями по системе получения 2...3 урожаев в год и некоторыми другими культурами.

Важный резерв повышения продуктивности поливных земель — наиболее полное использование всего теплого периода на формирование урожая. Орошаемая земля не должна пустовать. Однако ранневесенний и поздней осенний периоды из-за возвратных холодов и осенних заморозков не всегда используются на накопление урожая. Научкой и передовой практикой доказано, что в эти периоды хорошо вегетируют и дают неплохой урожай холодостойкие культуры в чистом или смешанном виде: рапс, сурепица, редька масличная, овес, ячмень, горох, подсолнечник и др. Поскольку кукуруза, сорго, суданка, соя погибают при осенних заморозках 1...2°С, то они должны быть убраны до их наступления. Такие культуры, как подсолнечник, ячмень, овес, горох, слабо повреждаются заморозками до 2...3°С, а после их прекращения продолжают вегетировать в течение всего октября. Еще более морозоустойчивыми зарекомендовали себя озимые рожь, рапс, перко, горчица сарептская, редька масличная, яровые рапс и сурепица, кормовая свекла и капуста. Они хорошо переносят в начальные фазы развития температуры до 3...5°С ниже нуля, а взрослые растения продолжают вегетировать при температуре +3...+5°С и после заморозков до 8...12°С. С учетом этого для разных сроков посева и последующего использования кормов следует подбирать состав многокомпонентных холодостойких смесей. При таком условии можно получать дополнительно 15,0...25,0 и более т/га богатых белком, сахаром и ценными незаменимыми аминокислотами зеленых кормов для животноводства или сидеральных удобрений.

Поставленная задача повышения продуктивности поливных земель связана с затратами на формирование органической массы, значительного количества элементов минерального питания. Для создания благоприятных по минеральному питанию условий, восполнения отчуждаемых из почвы с урожаем питательных веществ, сохранения или улучшения плодо-

родия орошаемых земель в принятых севооборотах должна применяться научно обоснованная система удобрений. По данным исследований нашего института, она включает внесение за ротацию не менее 60...80 т навоза и ежегодно 280...330 кг д. в. на гектар в зависимости от уровня программируемого урожая минеральных удобрений. При определении сроков и доз внесения их следует учитывать биологические особенности выращиваемых культур с тем, чтобы обеспечить наибольшую отдачу затрат урожаем на единицу внесенных туков.

Самый динамичный урожаеобразующий фактор в засушливой зоне — влажность почвы. Как показали результаты исследований и данные передового опыта, для поддержания влажности почвы в оптимальных пределах поливные нормы изменяют от 400 до 600 м³/га при числе вегетационных поливов для разных культур и уровней урожайности от 3 до 11. Опоздание с поливами приводит к снижению урожайности, а проведение их в более ранние сроки связано с избыточной подачей оросительной воды на поле, потерями ее, необоснованными затратами труда и средств, ухудшением мелиоративного состояния угодий. Поэтому соблюдение оптимальных режимов орошения — сложное, ответственное и эффективное дело. Регламент поливов для каждой культуры должен быть различным в зависимости от складывающихся погодных условий, чтобы не допускать как иссушения, так и переувлажнения почвы. В решении этих вопросов, как и в защите посевов от сорняков, болезней и вредителей, существенную помощь специалистам хозяйств окажет система орошаемого земледелия.

Орошаемые земли — наиболее ценные угодья. Определяется это не только объемом капитальных затрат на их мелиорацию, но и более высокой потенциальной продуктивностью, возможностью выращивания на них гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур. Однако из-за недостаточно квалифицированного использования таких земель, нарушения режимов орошения, применения химизации и других средств интенсификации потенциал их не всегда реализуется полностью. Чем выше программируемый уровень урожайности, тем точнее, грамотнее должна быть работа с агроценозами и почвой на мелиорированной площади. Это определяет необходи-

мость новых подходов к научному обеспечению орошаемого земледелия, выбора путей более тесной интеграции науки с производством.

Одной из действенных форм эффективного влияния на результаты производственной деятельности хозяйств в последние годы зарекомендовали себя научно-производственные системы (НПС). Это хозрасчетные подразделения, создаваемые при головном научном учреждении, работающие с совхозами и колхозами на принципах хозрасчета. На базе Всероссийского НИИ орошаемого земледелия в 1988 г. организована НПС «Корма на орошении». Задача НПС сводится к улучшению использования орошаемых земель в хозяйствах — участниках системы — путем получения высоких и устойчивых программируемых урожаев кормовых культур за счет внедрения интенсивных технологий и освоения достижений науки и передового опыта.

При программировании урожаев в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур предусматривается не только повышение продуктивности полей, но и выполнение системы агромелиоративных мер по сохранению и улучшению плодородия почвы за счет освоения высокопродуктивных, научно обоснованных севооборотов, рациональному использованию оросительной воды, применению системы органических и минеральных удобрений. Эффективность освоения метода программирования урожаев обоснована наукой и убедительно доказана практическими результатами, полученными в совхозах «Пламя революции», им. 60-летия СССР, «Николаевский», «Мелиоратор» и др. Прибавка урожая при программированном возделывании сельскохозяйственных культур составляет в среднем 15...30% и более по сравнению с выращиваемыми по традиционной технологии. Наряду с этим программирование урожаев в системе «Корма на орошении» обеспечит рациональное использование трудовых и энергетических ресурсов.

Важное направление работы НПС — совершенствование организации и оплаты труда, достижение высоких экономических показателей в производстве кормов. В составе этой системы около 160 добровольно вошедших в нее на договорной основе совхозов, колхозов и ОПХ 19 районов области. Они осуществля-

ют совместную скоординированную деятельность по производству кормов на орошаемых землях под организационным и технологическим руководством Всероссийского НИИ орошаемого земледелия на принципах взаимной заинтересованности и ответственности. Для выполнения этих работ при институте, как головном предприятии, создан хозрасчетный отдел, а при кооперативах в каждом районе — технологические группы. Задача их сводится к сбору информации по характеристике каждого поля и посева, передаче ее в информационно-вычислительный центр (ИВЦ) «Волгоградский» или ВНИИОЗ. Здесь она обрабатывается по имеющимся программам на ЭВМ с учетом уточненной характеристики поля и посева, определяются сроки и нормы проведения поливов, внесения удобрений, выполнения других технологических операций. Результаты расчетов выдаются в распечатанном виде по каналам связи и передаются в технологические группы, где на основе базовой формируется технология получения программируемого урожая для каждого конкретного поля. В течение всего периода вегетации технологические группы собирают информацию по контролируемым параметрам характеристики агроценоза, поля, оросительной системы, не реже одного раза в декаду передают ее для расчета в ИВЦ. Тем самым в предварительно разработанную программу возделывания культуры вносят изменения, уточнения, которые возникают в связи со складывающимися погодными условиями, состоянием посевов, наличием ресурсов. Эти уточнения сообщаются хозяйствам и подлежат исполнению.

Главное предприятие обеспечивает разработку зональных базовых технологий, других нормативных показателей и условий выхода на программируемые урожаи. С учетом этого ВНИИОЗом представлены хозяйствам нормативные показатели получения 60, 70, 80, 90, 100 и более ц кормовых единиц с гектара орошаемой площади. Для каждого из этих уровней продуктивности и природно-экономической зоны, а их в пределах области выделено пять, разработаны базовые технологии возделывания люцерны, кукурузы, суданской травы, кормовой свеклы, многокомпонентных смесей и других культур. Они послужили основой для определения потребности хозяйств в машинах, механизмах, минеральных удобрениях, гербицидах и

других материально-технических ресурсах, необходимых для выполнения технологий выращивания культуры с разным уровнем урожайности.

Важное условие успешного выполнения программы повышения продуктивности орошаемых земель — уровень квалификации кадров. Поэтому в системе «Корма на орошении» организуется систематическая учеба всех категорий работников хозяйств. К проведению занятий по технологиям программированного выращивания урожаев привлекаются наиболее квалифицированные научные сотрудники института и системы. Проводятся они на основе базовых хозяйств в каждом районе.

Строгое выполнение рекомендуемых нами технологий гарантирует выращивание запрограммированных урожаев сельскохозяйственных культур. Полученная от этого прибыль, а также от снижения себестоимости кормов в размере 10% отчисляется головному предприятию на содержание хозрасчетного подразделения, развитие НПС и материальное стимулирование работников головного предприятия, частично хозяйств — участников системы. Предстоит сделать все возможное, чтобы орошаемые земли использовали умелые, надежные, квалифицированные кадры. Хозяйства должны иметь все необходимое для получения с поливных угодий в 1990 г. не менее 90 ц кормовых единиц с гектара. Гарантия выполнения поставленной задачи — тесная интеграция науки с производством и слаженная работа в научно-производственной системе «Корма на орошении». Нам представляется это надежным путем повышения продуктивности и наиболее полной и эффективной реализации потенциала орошаемого гектара.

ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМ РЕЖИМОМ ПОЧВЫ НА ПОСЕВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

А. Г. БОЛОТИН, В. А. ПЛЕШАКОВ,
кандидаты сельскохозяйственных наук
Ю. Д. ГУБАЮК,

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

Оснащение сельскохозяйственных ВЦ мини-ЭВМ позволяет применять для оперативного управления поливами модели водного режима почвы отдельно от динамических моделей всего продуктивного процесса. В основе используемых моделей лежат уравнения водного баланса той или иной полноты. Количество параметров уравнения баланса определяется для конкретных природных условий степенью их влияния на динамику водного режима почвы. Модели, ориентированные на оперативное управление процессом влагообеспечения посева, как правило, имеют вид:

$$M + 10 \tau P - E - (W_{\text{нач.}} - W_{\text{кон.}}) \pm B = 0. \quad (1)$$

Из величин, входящих в уравнение 1, наиболее изменчивы E и P . Последняя имеет случайный характер и точному определению не поддается. Испарение влаги из активного слоя почвы (E) — ключевой параметр уравнения водного баланса, поскольку в основном оно определяет динамику водного режима почвы в зоне орошения.

Разработке методов определения суммарного испарения влаги посвящено значительное количество исследований. В основе большинства расчетных формул испарения, предложенных в этих работах, лежит связь водопотребления с метеорологическими факторами среды. Многообразие подходов к построению зависимостей объясняется сложностью процесса эвапотранспирации и наличием лишь приблизительных данных о влиянии на него растения и внешней среды. Это открывает возможность многовариантного описания процесса суммарного расхода влаги посевами. Общий недостаток разрабатываемых на основе метеорологических параметров формул — узкорегиональ-

ный характер входящих в них коэффициентов и неполное соответствие структуры формул климатическим особенностям районов, отличных от места, для которого получены зависимости.

Для расчета водного режима почвы пригодны любые формулы, с достаточной точностью описывающие зависимость водопотребления от метеорологических данных. Существенный фактор, определяющий применимость расчетной формулы для оперативного управления водным режимом почвы, — возможность прогнозирования входящих в эту формулу климатических параметров. По этому критерию, а также по точности определения водопотребления и построения в целом технологии продукционного процесса на основе температурного режима окружающей среды следует отдать предпочтение формулам, построенным на зависимости эвапотранспирации от температуры воздуха, поскольку этот показатель прогнозируется на короткий и длительный периоды гидрометеорологическим центром СССР с высокой точностью.

Зависимость водопотребления от температуры воздуха наиболее просто выражается в формуле Г. К. Льгова, полученной для условий Северного Кавказа. Проверка ее в Нижнем Поволжье на ряде полевых культур [1, 2, 7] показала более высокую по сравнению с водобалансовым методом точность расчета водопотребления. Это дает основание использовать данную зависимость при оперативном управлении водным режимом почвы сельскохозяйственных культур в условиях Нижнего Поволжья.

На основании расчетных и водобалансовых методов определения суммарного водопотребления в течение последних десяти лет разрабатываются системы оперативного планирования поливных режимов с помощью ЭВМ.

В США широкое применение получила служба ирригации, созданная при бюро мелиорации США [4]. Динамику влагозапасов в течение оросительного периода устанавливают на ЭВМ с учетом погодных условий и биологических особенностей культур на основе прогнозов динамики запасов влаги в почве, базирующихся на данных за прошлые годы. Служба готовит для ферм оперативные графики поливов, которые уточняются 1...2 раза в неделю.

В ГДР в 1971—1975 гг. исследовательским цент-

ром по почвенному плодородию Мюнхеберг [4] разработана информационно-советующая система управления поливами ИСС-1. Основа решающего комплекса ИСС-1 — многослойная модель динамики запасов влаги в десяти слоях почвенного профиля. Оперативные расчеты выполнялись на ЭВМ БЭСМ-6 с периодичностью 2 раза в неделю.

В СССР следует выделить разработанную институтом УкрНИИГиМ совместно с исследовательским центром Мюнхеберг (ГДР) в 1977—1981 гг. автоматизированную информационно-советующую систему оперативного планирования орошения (ИСС ОПО) [5, 8]. Она обеспечивает комплексное решение следующих задач:

- расчет суточной динамики влагозапасов с учетом сложившегося к началу расчетных суток послонного их распределения в активном слое почвы применительно для каждого поливного участка всех обслуживаемых севооборотов и хозяйств;

- оперативный прогноз динамики запасов влаги на десятидневный период;

- составление для хозяйств (севооборотов) оперативных декадных планов поливов;

- оптимизация планов поливов при дефиците ресурсов воды и техники полива.

Кроме того, в системе предусмотрена возможность контроля правильности расчетного установления динамики влажности почвы по данным измерений.

Институтом ВНИИПИЭкономика разработана автоматизированная система управления водным режимом сельскохозяйственных культур и оценки эффективности проведения поливов [4]. Она предусматривает оперативное управление водным режимом сельскохозяйственных культур, оперативный контроль за производством и оценку его качества.

Влагозапасы рассчитывают дифференцированно с помощью ЭВМ для каждого поля на основе методики С. И. Харченко. Оперативный контроль обеспечивают ежесуточные оперативные сводки по показателям, определяющим динамику водного режима почвы.

В 1983 году институтом ВНИИМиТП разработана автоматизированная система оперативного управления поливами [9], ориентированная на применение микроЭВМ. Основой определения сроков и норм поливов является математическая модель, отражающая

динамику запасов влаги в почве на текущий и прогнозный периоды, основные элементы технологии полива и их взаимосвязь с динамикой влагозапасов. Прямой контроль влажности почвы используется в целях корректировки текущих расчетов.

В 1984 году в СевНИИГиМе [3] разработана АСУ «Полив». В основу расчетов режима орошения в системе положены упрощенное уравнение водного баланса и методика расчета суммарного испарения Д. Б. Циприса. Особенность алгоритма оперативного прогнозирования режима орошения СевНИИГиМ. в том, что расчет проводят на короткий отрезок времени, состоящий из предшествующего и прогнозируемого периодов. Исходные метеоданные используются также двух типов: действительные (наблюдаемые) и прогнозные. При этом по действительным показателям за предшествующий период рассчитывают влажность почвы на начало первого прогнозируемого дня, а по прогнозным данным — на каждые сутки прогнозного периода.

Рассмотренные методики оперативного управления водным режимом почвы имеют общую математическую модель — уравнение водного баланса. Прогнозирование динамики запасов влаги в методиках основывается на полном учете предшествующей информации и краткосрочном прогнозе на предстоящий период. Общий недостаток указанных методик управления — отсутствие связи длительного и краткосрочного прогнозирования водного режима почвы. Это лишает прогноз перспективности и ограничивает его продолжительностью краткосрочного прогноза.

В Волгоградском СХИ в 1975 году предложена, а в дальнейшем усовершенствована и реализована на ЭВМ «Мир-2» методика поэтапного управления водным режимом почвы [6, 7]. Поскольку водный режим определяют факторы внешней среды, имеющие вероятностный характер, управление рекомендуется проводить в три взаимосвязанных этапа. Вначале составляют прогностическую программу поливного режима. На втором этапе ее уточняют, и с учетом долгосрочного прогноза погоды на каждый предстоящий месяц разрабатывают корректирующую программу. В заключение по уточненному на каждую декаду (пентаду) прогнозу погоды создают оперативно-текущую программу поливов. Прогностическую програм-

му формирования дефицита водного баланса из-за отсутствия прогноза погоды на теплый период составляют для года 75%-ной обеспеченности (рис. 1а).

Если прогнозируемые на предстоящий месяц погодные условия существенно не отличаются от принятых в прогностической программе, то режим орошения не корректируют.

Расчеты прогностической и корректирующей программ выполняют с использованием математической модели формирования дефицита водного баланса или уравнения изменения влагозапасов:

$$\text{ДВБ}_\tau = \text{ДВБ}_{\tau-1} + K_t \cdot K_{\text{вл}} \cdot \Sigma t - \Sigma P \quad (2)$$

$$W_\tau = W_{\tau-1} + \Sigma P - K_t \cdot K_{\text{вл}} \cdot \Sigma t \quad (3)$$

где ДВБ_τ — прогнозируемый дефицит водного баланса на расчетный период, мм;

K_t — температурный коэффициент испарения за соответствующий период, мм/С;

Σt — прогнозируемая сумма среднесуточных температур воздуха на предстоящий период, С;

K_{вл} — коэффициент учета использования растениями влаги из горизонтов, расположенных ниже активного слоя почвы или поступающих из грунтовых вод;

ΣP — прогноз прихода влаги от осадков за расчетный период, мм;

W_τ — запасы влаги на конец расчетного периода, мм;

W_{τ-1} — запасы влаги на начало расчетного периода, мм;

Оперативно-текущую программу составляют на каждую предстоящую декаду с целью прогноза дефицита почвенной влаги на этот период с учетом корректив влажности почвы на конец предшествующей декады. В развитие методики поэтапного управления водным режимом почвы с целью адаптации алгоритма расчета применительно к мини- и микроЭВМ прогностическая, корректирующая и оперативно-текущая программы агрегированы нами в единую программу управления, позволяющую делать краткосрочный и длительный прогнозы водного режима почв в скользящем режиме. Работа программы реализована на ЭВМ и протекает следующим образом. Как и в базо-

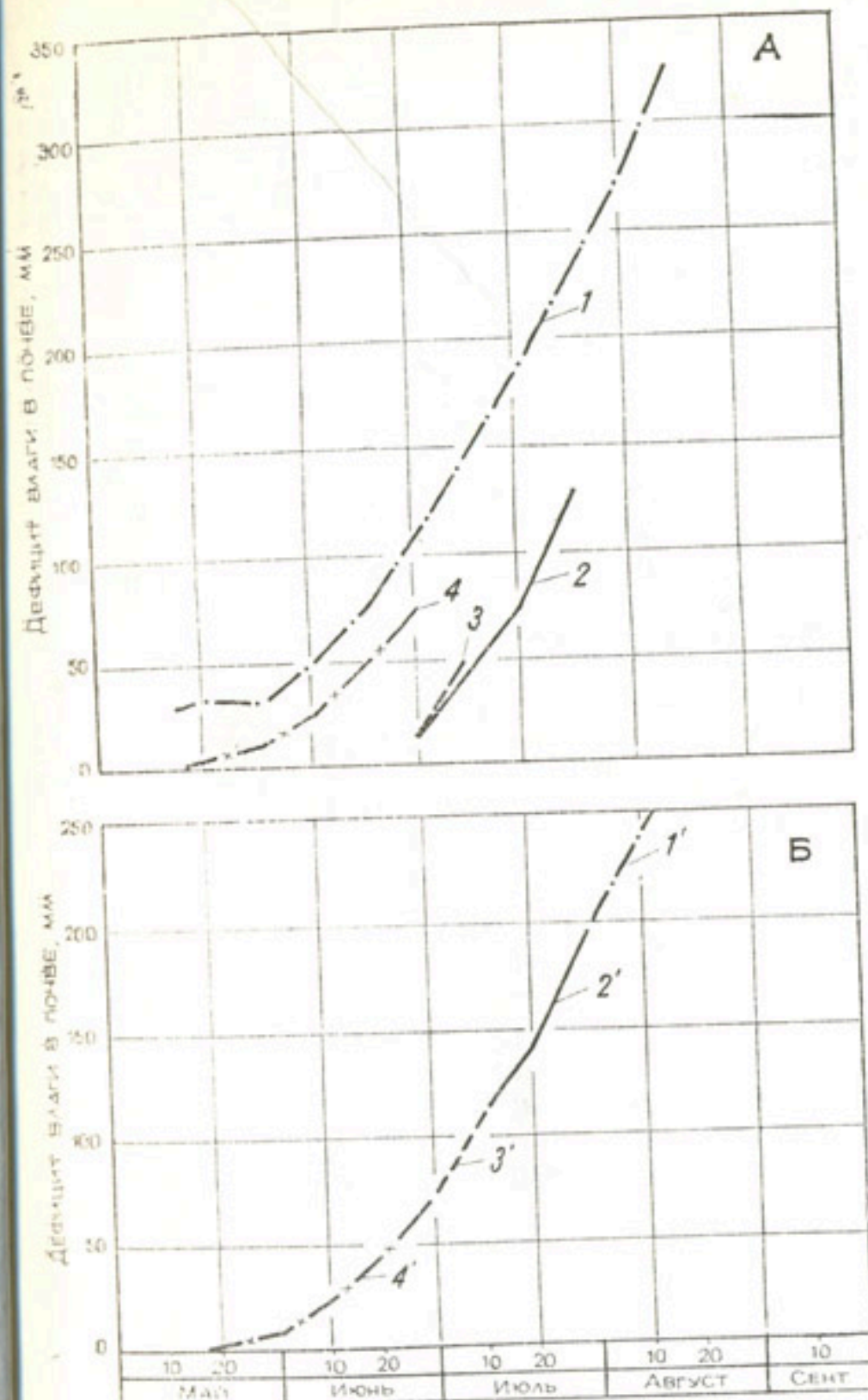


Рис. 1. Схема взаимосвязи программ управления водным режимом почвы:

А. Программы формирования дефицитов водного баланса.

Б. Фрагменты объединенной программы формирования дефицитов водного баланса.

1 — прогностическая; 2 — корректирующая; 3 — оперативная; 4 — текущая

вой методике, разрабатывают прогноз водного режима почвы для года 75%-ной обеспеченности дефицита водного баланса. Он возможен как в виде динамики водного режима, так и интегральной кривой дефицита водного баланса. Принципиальной роли это не играет, поскольку в основе методик лежит одно и то же уравнение водного баланса, различен только характер представления материалов. Расчеты в программе управления производят по уравнениям (2) и (3). Получаемый прогноз режима орошения учитывают при составлении планов водопользования в хозяйствах. Применять его для оперативного формирования поливных режимов нельзя, поскольку прогноз длительный и не обладает достаточной для этих целей точностью.

С наступлением оросительного периода в прогностическую программу вносят коррективы на реальную влажность почвы в момент начала вегетации культуры и месячный прогноз погоды. Программа управления водным режимом почвы на этом этапе включает прогностическую и корректирующую программы (рис. 16). При появлении краткосрочного прогноза погоды (декадного или пентадного) в корректирующую часть вводят оперативное звено, заменяющее соответствующий временной фрагмент программы коррекции.

После получения действительных значений метеорологических данных рассчитывают влажность почвы на начало первого прогнозируемого дня, а по соответствующим фрагментам оперативно-текущей, корректирующей и прогностической программ, объединенным воедино, прогнозируют динамику водного режима почвы на декаду (пентаду), месяц и до конца вегетационного периода культуры. Программа управления водным режимом в таком виде состоит из четырех фрагментов. Первая часть программы до дня прогноза — из реальной динамики водного режима, построенной на основе фактически сложившегося режима орошения, вторая — краткосрочного прогноза, третья — месячного прогноза погоды и завершает прогнозируемую динамику водного режима почвы до конца оросительного периода прогноз для года расчетной обеспеченности. При введении в программу новых наблюдаемых данных производят пересчет динамики водного режима почвы с их учетом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анищенко С. Б. Использование биоклиматических коэффициентов для регулирования водного режима почвы в посевах семенной люцерны. — В сб.: Орошение сельскохозяйственных культур в Нижнем Поволжье. Волгоград: ВСХИ. 1979, т. 71.
2. Болотин А. Г. Оптимизация водного режима для получения запланированных урожаев зерна яровой пшеницы на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Волгоград, 1983.
3. Вережагина Г. Ю. Моделирование режимов орошения как элементов САПР и АСУ: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Л., 1984.
4. Ионова З. М. Способы определения и оптимизация режимов орошения. (Обзорная информация). — М., 1980.
5. Костромин В. А. Обоснование и разработка алгоритмов планирования режимов орошения с помощью ЭВМ: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Киев, 1985.
6. Кружилин И. П. Оптимизация режимов орошения сельскохозяйственных культур при программировании урожая. — В сб.: Программирование урожая. Волгоград: ВСХИ, 1975, т. 55.
7. Кружилин И. П. Оптимизация водного режима почвы для получения запланированных урожаев сельскохозяйственных культур в степной и полупустынной зонах Нижнего Поволжья: Автореф. дис. ... доктора с.-х. наук. — Волгоград, 1982.
8. Остапчик В. П. Обоснование и разработка методов планирования режимов орошения сельскохозяйственных культур (на примере Украинской ССР): Автореф. дис. ... доктора техн. наук. — Киев, 1986.
9. Ягудин Н. В. Оперативное планирование эксплуатационных режимов орошения при использовании широкозахватных дождевальных машин: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1987.

УДК 631.559:633.31

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЮЦЕРНЫ НА КОРМ

И. П. КРУЖИЛИН, член-корреспондент ВАСХНИЛ,
профессор, Т. Н. ДРОНОВА,
кандидат сельскохозяйственных наук, Г. Ф. СИЗОНЕНКО
Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

Люцерна в орошаемых севооборотах Нижнего Поволжья занимает от 15 до 28% площади и даже при интенсивном использовании может возделываться на

одном и том же поле в течение трех-четырех лет. Однако наивысшей продуктивности, как показали наши исследования, она достигает на втором году жизни. Суммарный сбор сена за 4...5 укосов может составлять 22,0...25,0 т/га и более.

Излагаемая в настоящей работе агротехнологическая модель базовой технологии программированного выращивания люцерны имеет целью помочь практической реализации потенциала ее продуктивности. Производственная проверка рекомендуемой технологии осуществлялась в совхозе «Мелиоратор» Николаевского района Волгоградской области, где планировалось получить за 4...5 укосов 10,0...15,0 т/га сена.

При разработке модели, наряду с биологическими особенностями культуры и техническими возможностями хозяйств, учитывали условия внешней среды формирования урожая, объединенные в агроклиматические и почвенно-мелиоративные блоки.

Установлено, что люцерна посева прошлых лет в Нижнем Поволжье первый укос формирует при сумме положительных температур воздуха $850 \pm 30^\circ \text{C}$, т. е. за 55...60 суток, второй и последующие — при $700 \pm 50^\circ \text{C}$. Уборочная спелость люцерны в зависимости от складывающихся погодных условий во втором укосе наступает через 30...34, третьем — 33...37, четвертом — через 35...40 суток.

Продолжительность вегетации в зоне расположения совхоза «Мелиоратор» установлена по датам весеннего (2...10 апреля) и осеннего (20...24 октября) переходов среднесуточных температур воздуха через 5°C . За этот период сумма среднесуточных температур выше 5°C накапливается в пределах 3200...3500°.

Количество укосов (N) за вегетацию определяют по формуле:

$$N = \frac{\Sigma t - \Sigma t_1}{\Sigma t_2} + 1,$$

где Σt — общая сумма среднесуточных температур выше 5°C ;

Σt_1 — сумма температур для формирования первого укоса, $^\circ \text{C}$;

$\Sigma t_{2...3...}$ — то же для второго и последующих укосов.

Прогнозируемое количество укосов люцерны посева прошлых лет в совхозе «Мелиоратор» в средний

по теплообеспеченности год согласно расчету составило 4:

$$N = \frac{3400 - 850}{750} + 1 = 4 \text{ укоса.}$$

Возможный уровень программированного урожая в каждом конкретном хозяйстве определяется суммой приходящей за вегетационный период культур фотосинтетически активной радиации (ФАР) и использованием ее на формирование органической массы при численном значении КПД ФАР 5%. Однако из-за неполного удовлетворения потребности растений в основных факторах жизни, отклонений условий функционирования агроценозов от оптимальных, недостаточного ресурсного обеспечения хозяйств техникой, удобрениями, рабочими и т. д. ФАР в производственных посевах чаще используется в пределах 0,5...1,5%. Сумма поступающей ФАР за весь период вегетации люцерны в совхозе «Мелиоратор» составляет около $17 \cdot 10^9$ кДж/га. Это значит, что для формирования 15,0 т/га сена КПД ФАР должен быть около 2%.

В соответствии с долей участия каждого укоса в общей за вегетацию урожайности (первого — 0,35, второго — 0,27, третьего — 0,20 и четвертого — 0,18) для получения 15,0 т/га сена урожайность должна составлять соответственно 5,3, 4,0, 3,0 и 2,7 т/га.

Задача моделирования продукционного процесса и управления формированием урожая сводится к определению путей реализации почвенно-климатического потенциала за счет управления водным и питательным режимами почвы, соблюдению всего комплекса агро-мелиоративных мероприятий возделывания люцерны по интенсивной технологии. По заданным параметрам модели влажность в корнеобитаемом слое почвы на посевах люцерны в течение вегетации должна поддерживаться на уровне 70...75% НВ. Согласно модели водопотребления $E = AU + B$ (E — суммарное водопотребление люцерны, мм; A и B — постоянные коэффициенты (соответственно 32,6 и 182); U — урожайность сена) потребуется 670 мм воды. При использовании агроценозом в средний по условиям увлажнения год 180 мм атмосферных осадков и 60 мм запасов почвенной влаги дефицит водопотребления, который должен восполняться поливами, составит 430 мм. Это значит, что для поддержания влажности в активном слое

почвы (0,7 м) не ниже 75% НВ люцерне, помимо осеннего влагозарядкового полива нормой 80 мм, требуется дать в течение вегетации 7 поливов нормой по 55 мм, в более засушливые годы — 9...10: один-два под первый и по два-три под каждый последующий укосы. Первый полив под второй и последующие укосы дается на отрастание люцерны после уборки, второй и последующие — в зависимости от складывающихся погодных условий через 6...15 дней после предшествующего.

Существенное значение в повышении продуктивности люцерны имеет срок проведения первого полива, так как задержка приводит к недобору 10...15% урожая. Разрыв между уборкой и началом полива не должен превышать 2...5 суток.

Потребность в минеральных удобрениях рассчитывалась с учетом выноса каждого элемента питания с урожаем, содержания в почве азота, фосфора и калия, уровня программируемой урожайности и коэффициентов возмещения выноса питательных веществ урожаем. Необходимость в азотных и калийных удобрениях определяли на прибавку урожая, фосфорных — на вынос со всем урожаем. Для расчета норм удобрений использовали формулы:

$$\text{азотных} = \frac{(U_{\text{п}} - U_{\text{к}}) \cdot K_{\text{N}}}{K_{\text{у}}} \cdot K_{\text{п}}; \quad (1)$$

$$\text{фосфорных} = U_{\text{п}} \cdot K_{\text{P}_2\text{O}_5}; \quad (2)$$

$$\text{калийных} = (U_{\text{п}} - U_{\text{к}}) \cdot K_{\text{K}_2\text{O}}, \quad (3)$$

где $U_{\text{п}}$ и $U_{\text{к}}$ — планируемая и контрольная урожайность, т/га сухой массы;

$K_{\text{у}}$ — коэффициент использования азота из вносимых удобрений;

$K_{\text{п}}$ — поправочный коэффициент, учитывающий вынос азота из почвы люцерной;

K_{N} , $K_{\text{P}_2\text{O}_5}$, $K_{\text{K}_2\text{O}}$ — коэффициенты выноса элементов минерального питания с основной продукцией.

Распределение урожайности по годам пользования программировалось таким образом: 7,0...9,0 т/га сена в год посева, 13,0...15,0 — во второй и 10,0...12,0 в третий год жизни. С учетом этого расчетные нормы удобрений составили: $N_{135-165}$, $P_{130-160}$, $K_{125-150}$. Фосфор

в количестве 100...130 и калий — 95—120 кг д. в. на гектар вносили под вспашку, $N_{60}P_{30}K_{30}$ — весной в фазу отрастания и N_{25-35} — в подкормки после укосов.

Основные показатели густоты травостоя люцерны принимались 450...500 в фазе полных всходов, 270...300 после выхода из-под покровной культуры, 220...250 в начале второго и не менее 170...200 растений на квадратном метре в начале третьего года жизни. Для контроля накопления урожайности использовалась установленная коррелятивная связь ее с высотой растений. Многолетними исследованиями выявлено, что 26,0...30,0 т зеленой массы, или 6,5...7,5 т сена с гектара, формируется при средней высоте растений 90...95 см; 20,0...24,0 т массы, или 5,0...6,0 т сена, — при высоте 78...85 см; 14,0...18,0 т массы, или 3,5...4,5 т сена, — при высоте 65—70 см и 8,0...12,0 т зеленой массы, или 2,0...3,0 т сена, — при высоте растений 50...55 см.

Перечисленные основные параметры технологии возделывания люцерны были заложены нами в модель, которую испытывали на полях совхоза «Мелиоратор». Люцерна выращивалась в севообороте:

1. Озимая пшеница с подсевом люцерны.

2. Люцерна.

3. То же.

4. Кукуруза на зерно.

5. Кукуруза на силос.

Предшественником люцерны служила кукуруза. Вслед за уборкой предшественника проводили двукратное лущение почвы дисковыми лущильниками и выравнивание полей длиннобазовыми планировщиками. Под вспашку на глубину 25...27 см вносили минеральные удобрения расчетными нормами с учетом размещения под покровом озимой пшеницы, которую высевали во второй декаде сентября. Рано весной после покровного боронования люцерна всевалась в озимую пшеницу. Такие совмещенные посевы позволяли получать сравнительно высокие урожаи зерна озимой пшеницы и 1...2 укоса люцерны в год посева.

Для получения запрограммированной густоты травостоя люцерну высевали из расчета 8,0 млн всхожих семян на га. В весовом выражении в зависимости от качества семян эта норма составляет 20...25 кг/га. Посев сплошной рядовой стерневыми сеялками СЗН-3,6, глубина заделки семян 2...3 см.

Заданный режим орошения до уборки покровной озимой пшеницы поддерживали 3...4 поливами, после выхода из-под покрова осуществляли еще 2...3 полива нормой 55...60 мм. Оросительная норма в год посева люцерны составляла 300...420 мм. На посевах люцерны прошлых лет под каждый укос, кроме первого, проводили по 2 полива, а за вегетацию в зависимости от степени увлажнения года 7...9 (оросительная норма — 420...540 мм). В сухие годы под второй и третий укосы, формирующиеся в июле—августе, давали по 3 полива. Межполивной период при этом уменьшался до 6...7 суток. Первый полив на люцерне первого года жизни совпадал с фазой всходов люцерны и кущения озимой пшеницы, на посевах прошлых лет — в фазу отрастания — 5...8 апреля. Заканчивали поливы в каждом цикле отрастания люцерны не позднее чем за 5...7 дней до уборки. Разрыв между уборкой и началом полива не превышал обычно 2...5 суток. Чем быстрее после укоса начинали поливать люцерну, тем интенсивнее она отрастала.

Для получения запрограммированного урожая 13,0...15,0 т/га сена после каждого укоса, кроме последнего, люцерну подкармливали азотом нормой 25...35 кг/га. Это положительно сказывалось и на качестве сена. Так, если на контрольном поле в растениях второго укоса N содержалось 3,15, P_2O_5 — 0,60, K_2O — 2,86%, то на варианте с поукосными подкормками азотом соответственно 3,30; 0,62; 3,1%. В третьем и четвертом укосах эта разница более значительна. В среднем за 4 укоса эти показатели в такой же последовательности на контроле были на 0,23, 0,05 и 0,19% меньше, чем на поле с азотными подкормками. При этом содержание сырого протеина равнялось 19,75 и 21,20%. В 1 кг сена люцерны, выращенной в совхозе без азотных подкормок, содержалось в среднем 0,59 кормовых единиц и 143 г переваримого протеина, а в растениях, удобрявшихся после укосов, — 0,61 и 153 г (табл. 1).

Известно, что аминокислотный состав растений люцерны наиболее полно отвечает требованиям животного организма, и улучшать биологическую ценность протеина можно внесением удобрений. В совхозе «Мелиоратор» при проведении поукосных азотных подкормок сумма незаменимых аминокислот увеличилась до 57,16 г против 51,24 на контрольном поле.

1. Химический состав растений люцерны второго года жизни

Укосы	Содержание в воздушно-сухой массе, %										В 1 кг	
	азот	фосфор	калий	гигро- влага	жир	зола	каль- ций	клет- чатка	протеин	БЭВ	кормо- вых ед- ниц	перевари- мого про- теина, г
Без поукосных подкормок азотом												
1	2,29	0,59	2,10	8,80	1,98	8,80	1,59	20,32	18,68	41,29	0,58	135
2	3,15	0,60	2,86	8,14	2,01	9,66	1,67	20,48	19,68	40,03	0,58	142
3	3,20	0,60	2,31	7,94	2,07	10,00	1,99	20,23	20,00	40,51	0,59	144
4	3,30	0,56	1,84	8,65	2,20	9,02	1,60	17,57	20,65	41,31	0,61	148
Среднее	3,16	0,58	2,28	8,45	2,06	9,59	1,71	19,66	19,75	40,78	0,59	142
С поукосными подкормками азотом												
1	2,97	0,60	2,20	8,93	1,98	8,80	1,55	20,32	18,68	41,29	0,58	135
2	3,30	0,62	3,01	8,32	2,46	9,83	1,73	19,45	20,62	43,32	0,62	148
3	3,58	0,68	2,63	7,92	2,25	9,13	1,80	19,17	22,37	43,38	0,63	161
4	3,70	0,62	2,04	8,30	2,25	9,46	1,60	16,30	23,12	43,44	0,65	166
Среднее	3,39	0,63	2,47	8,30	2,24	9,40	1,70	18,81	21,20	42,88	0,62	153

При этом содержание таких кислот, как лизин, валин, фенилаланин, составляло 0,93...1,90% (табл. 2).

2. Содержание незаменимых аминокислот в растениях люцерны второго года жизни, г (в числителе — без азотных подкормок, в знаменателе — с азотными подкормками)

Лизин	8,75/9,88	Изолейцин	7,02/7,52
Треонин	7,43/8,15	Фенилаланин	7,29/8,22
Валин	6,66/8,56	Лейцин	11,88/12,58
Метионин	2,21/2,25	Сумма	51,24/57,16

Убирали люцерну в фазе полной бутонизации — начале цветения, что позволяло получить за вегетацию 4 полноценных укоса на сено. Последний раз скашивали в конце второй — начале третьей декады сентября, за 25...30 дней до прекращения вегетации. Технология уборки на сено состояла из скашивания в валки самоходным комбайном Е-301, переворачивания их боковыми граблями ГВК-6 через 1...2 дня после скашивания, копнения массы подборщиком-копнителем ПК-1,6. Копны погружали на тракторные тележки и перевозили для окончательной досушки на гумно. Один укос с досушиванием продолжался 10...12 дней. Ежегодно 70% заготавливаемого в совхозе сена по качеству относилось к первому классу.

Люцерну использовали на корм в течение трех лет. В конце третьего года жизни поле распахивали и почву готовили под посев зерновой кукурузы.

Освоение метода программированного выращивания люцерны в совхозе «Мелиоратор» позволило в 1984 году получить 13,5, 1985 году — 14,2 т/га сена. Отклонение от заданной программы составило 0,31...0,5 т/га. В среднем за годы одиннадцатой пятилетки сена и зеленой массы люцерны получено на 7...10% больше, чем в десятой, и в 1,5...2 раза, чем в девятой (табл. 3). Уменьшилась себестоимость одного центнера сена и повысился условный чистый доход.

Предложенная модель технологии выращивания люцерны, согласованная с основными параметрами характеристики условий возделывания культуры, способствует получению запрограммированных урожаев высокого качества. В центнере сена содержится 59...62 кормовые единицы и 14,2...15,3 кг переваримого

3. Экономическая эффективность выращивания люцерны на корм в совхозе «Мелиоратор»

Показатели	9-я пятилетка		10-я пятилетка		Годы освоения модели				11-я пятилетка	
	на сено		на з/корм		1984 г.		1985 г.		на сено	
	на сено	на з/корм	на сено	на з/корм	на сено	на з/корм	на сено	на з/корм	на сено	на з/корм
Площадь, га	455	179	225	304	451	128	208	201	362	166
Урожайность, т/га	8,74	27,10	12,60	47,20	13,48	46,8	14,2	47,5	13,8	50,28
Кормовых единиц, ц/га	43,8	59,7	61,3	103,7	66,0	103,0	69,5	104,5	74,0	110
Себестоимость 1 т, руб	34,2	9,8	31,7	8,0	28,0	9,1	29,0	9,8	30,4	9,4
Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	151,4	65,0	133,8	193,6	292,7	105,5	252,7	177,6	207,0	132
Чистый доход на 1 руб. затрат, руб.	0,57	0,53	0,69	0,69	0,76	0,66	0,80	0,90	0,57	0,68
Чистый доход, руб/га	121,4	127,3	168,5	259,4	271,6	398,1	285,0	418	239,9	500,4
Затраты труда на 1 ц, чел./ч	1,4	1,4	3,8	1,0	2,2	0,8	2,0	1,0	2,1	0,7

протеина, сумма незаменимых кислот 51,2...57,2 кг в килограмме сухого вещества.

Основные параметры базовой модели с учетом условий внешней среды формирования урожая и возможностей хозяйства могут быть использованы для выращивания люцерны не только в условиях Волгоградской области, но и на орошаемых землях Нижнего Поволжья.

УДК 631.559:633.31

УПРАВЛЕНИЕ ПИЩЕВЫМ И ВОДНЫМ РЕЖИМАМИ ПОЧВЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЗАПРОГРАММИРОВАННЫХ УРОЖАЕВ СЕМЕННОЙ ЛЮЦЕРНЫ

Г. А. МЕДВЕДЕВ, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, С. С. ТУТОВ

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

Обилие солнечного света и тепла в Волгоградской области способствует получению высоких и устойчивых урожаев семян люцерны. Наиболее эффективные и быстродействующие факторы повышения урожайности семенной люцерны — орошение и удобрения. Однако улучшение условий возделывания этой культуры благоприятствует также росту и развитию сорняков, которые потребляют более 30...35% оросительной воды и удобрений. Поэтому исключительно важное значение имеет сокращение потерь воды и удобрений за счет применения гербицидов, уточнения норм внесения удобрений и установления оптимального режима орошения. Опыты по выявлению эффективности отдельных факторов были начаты в 1967 году, а их взаимодействия с целью получения запланированных урожаев продолжаются и до настоящего времени.

С 1985 года приступили к подбору гербицидов для уничтожения сорняков в вегетирующей люцерне, поскольку основную массу семян хозяйства собирают

с посевов прошлых лет. Высевают сорт люцерны Ленинская местная. Перед посевом семена обрабатывали нитрагином. Посев проводили весной и летом пожнивными и поукосно широкорядным и обычным рядовыми способами с нормой высева соответственно 0,8 и 2,0 млн всхожих семян на гектар. На семенные цели использовали люцерну второго года жизни. Гербициды применяли в год посева и в год получения семян. В испытание были включены прометрин в дозе 1, 2, 3, 4, 5, рамрод — 2, 3, 4, 5, 7, 10, 12, симазин — 0,3 0,5, 1,0, 1,5, 3,0, протразин — 1, 2, 3, 4, 5, линурон — 1, 2, 3, 4, 5 кг/га. Наиболее перспективными из них оказались прометрин, протразин и симазин. В среднем за годы исследований на посевах люцерны, обработанных прометрином (4 кг/га) в фазу полных всходов, число оставшихся к уборке сорняков составляло 7,1% от взошедших. На контрольном варианте их было свыше 98...100 шт/м². Такая доза препарата также эффективна и на посевах второго года жизни люцерны. Из 35 шт/м² сорняков до обработки к уборке оставалось 5, или 14,2%. При использовании 5 кг/га гербицида наблюдалась массовая гибель люцерны. Протразин в дозе 4 кг/га, как и прометрин, хорошо подавляет однолетние сорняки: щетинник, щирицу, марь белую, ромашку, пастушью сумку, горчицу полевую, но значительно сильнее угнетает и снижает вредоносность таких многолетних сорняков, как мюлюкан татарский и вьюнок полевой. На посевах текущего года протразин в дозе 4 кг/га уничтожает до 90% сорняков, на старовозрастных посевах в этой дозе он менее эффективен. На посевах прошлых лет больший эффект дает внесение 5 кг/га протразина, но часть растений при этом получает незначительные ожоги. Симазин можно применять только в дозе 1,0...1,5 кг/га. За двухлетний период на посевах текущего года, обработанных этим препаратом (1,5 кг/га), гибель мюлюкана татарского, щетинников, мари белой, пастушьей сумки составляла в среднем 83%. Люцерна при этом изреживалась на 5...10%. Внесение же 3 кг/га гербицида вызывало массовую гибель люцерны текущего года. На посевах прошлых лет на вариантах с симaziном (1,5 кг/га) уничтожалось 84% сорняков, а люцерна практически не повреждалась. Заданные урожаи люцерны во все годы исследований нам удавалось получать только на чистых от сорня-

ков участках. Поскольку при применении удобрений и орошения значительно усиливается развитие сорных трав, то борьбе с ними придавалось большое значение. В первые годы сорняки на опытах уничтожали механическим, а с 1985 года — химическим путем. Но независимо от этого внесение удобрений оказывало заметное влияние на рост и развитие люцерны и ее семенную продуктивность. Так, при применении только нитрагина за годы исследований нами было получено 0,37 т/га семян, при совместном использовании его с суперфосфатом (P_{120}) — 0,40...0,42 т. Более высокой урожайность семенной люцерны была лишь при добавлении к суперфосфату азотных удобрений (табл. 1).

На люцерне летнего пожнивного посева наиболее эффективно внесение азотно-фосфорных удобрений. На варианте с P_{120} прибавка урожая семян составляла 0,1 т/га (31%), $N_{125}P_{120}$ — 0,27 т (84%). Увеличение норм азотно-фосфорных удобрений до $N_{180}P_{140}$ способствовало дальнейшему росту урожайности семян. В среднем за семь лет при внесении $N_{185}P_{140}$ она достигала 0,68 т/га, что на 0,36 т/га, или на 112%, больше чем на контроле. Сравнение 4, 5 и 6-го вариантов опыта показало, что наибольший эффект получается от дробного внесения азота — N_{90} до посева и N_{90} в подкормку весной. На этом варианте складывается довольно благоприятный азотный режим во все фазы развития люцерны и удобрения оказывают менее губительное действие на развитие клубеньковых бактерий. К тому же дробное внесение азота позволяет управлять уровнем минерального питания и при необходимости корректировать норму азота в подкормке. При разовом внесении такой возможности нет. Следует отметить, что увеличение урожая семян от применения минеральных удобрений происходит только при поддержании оптимального режима влажности. Избыточное увлажнение в сочетании с удобрениями приводит к израстанию и полеганию люцерны, а недостаток влаги вызывает опадение генеративных органов как на удобренных, так и неудобренных вариантах. И то, и другое заметно сказывается на выполнении программы получения заданного урожая (табл. 2).

При летнем сроке посева разница между способами посева проявляется меньше, чем при весеннем. Однако и здесь наибольшее снижение урожайности

1. Семенная продуктивность люцерны второго года жизни при внесении различных норм удобрений (летний поживный обычный рядовой посев)

Вариант опыта	Урожайность по годам, т/га								
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	Средняя
Без удобрений (контроль)	0,35	0,45	0,30	0,22	0,35	0,26	0,30	—	0,32
P ₁₂₀	0,48	0,52	0,37	0,32	0,44	0,48	0,32	—	0,42
N ₁₂₅ P ₁₂₀	0,60	0,65	0,52	0,57	0,59	0,63	—	—	0,59
N ₁₈₅ P ₁₄₀	0,72	0,79	0,66	0,62	0,60	—	0,46	9,6	0,68
P ₁₄₀ N ₉₀ +N ₉₀	0,74	0,82	0,65	0,60	0,63	—	0,46	—	0,69
P ₁₄₀ N ₆₀ +N ₆₀ +N ₆₀	0,70	0,75	0,61	0,53	0,69	—	0,42	—	0,61
HCP _{0,5} — т/га	0,038	0,051	0,022	0,031	0,0045	0,024	0,020	—	—

2. Урожайность люцерны второго года жизни в зависимости от основных приемов агротехники, т/га (средние данные за 1980—1986 гг., летний пожнивный посев)

Дозы минеральных удобрений (фактор «А»)	Плани- руемая урожай- ность	Режим орошения (% НВ, фактор «В») и способы посева (фактор «С»)								Среднее по фак- тору «А» НСР ₀₅ = 0,021 т/га
		75...80 постоянно		70...75 до цве- тения и 60... 65 после		60...65 постоянно				
		обычный рядовой	широко- рядный	обычный рядовой	широко- рядный	обычный рядовой	широко- рядный			
Без удобрений (контроль)		0,27	0,38	0,31	0,43	0,23	0,32	0,32	0,32	
P ₁₂₀	0,6	0,35	0,44	0,38	0,47	0,33	0,40	0,39	0,39	
N ₁₂₅ P ₁₂₀	0,6	0,47	0,59	0,59	0,63	0,44	0,52	0,54	0,54	
N ₁₃₅ P ₁₄₀	0,8	0,42	0,55	0,68	0,75	0,48	0,56	0,57	0,57	
P ₁₄₀ +N ₉₀ +N ₉₀	0,8	0,40	0,52	0,68	0,79	0,42	0,60	0,56	0,56	
P ₁₄₀ +N ₆₀ +N ₆₀ +N ₆₀	0,8	0,35	0,49	0,48	0,64	0,36	0,52	0,47	0,47	
Среднее по фактору «В» НСР ₀₅ =0,043 т/га										
Среднее по фактору «С» НСР ₀₅ =0,019 т/га										

отмечается на обычном рядовом посеве при нарушении режима влажности и изменении уровня минерального питания. Ширококорядные посевы обеспечивают более высокую и стабильную урожайность на всех уровнях влагообеспеченности и минерального питания. Но получать урожай, близкие к запланированным (0,6 т/га на вариантах с обоими способами посева и 0,8 т/га при ширококорядном размещении растений) удастся только при поддержании дифференцированного уровня влажности (70...75% НВ до цветения и 60...65% НВ после) и внесении азотно-фосфорных удобрений. При применении одних фосфорных удобрений на фоне инокуляции семян урожайность заметно повышается по сравнению с контролем, но отклонение от планируемого уровня даже на лучшем варианте составляет 20,7%.

Следовательно, управление пищевым и водным режимами почвы на посевах люцерны позволяет получать урожай семян, близкие к запрограммированным — 0,6...0,8 т/га при ширококорядном способе посева и 0,6 т/га — на обычном рядовом.

УДК 581.1:631.559

УЧЕТ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ПРИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОМ ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЯ

А. А. КЛИМОВ, кандидат технических наук
Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

Интенсификация растениеводства приводит к функционированию посевов сельскохозяйственных культур в условиях, близких к экстремальным по их физиологическому потенциалу. При этом необходимо обеспечить физиологически оптимальный ход продукционных процессов растений, что связано с анализом и количественной оценкой роста и развития растений в онтогенезе на фоне недостаточно определенного многофакторного воздействия среды. Важно оценить устойчивость растений к экологическим стрессам, вы-

зависимыми, прежде всего, температурным, водным и пищевым режимами. Поэтому актуален вопрос о критических периодах и физиологических реакциях растений на совокупное изменение факторов. Задача осложняется тем, что нет общепринятого понятия «физиологическая норма реакции растений», которое можно было бы использовать при программированном выращивании урожаев. Нет и четкого представления о том, что такое «границы эффективности фактора». Критические периоды — периоды наибольшей чувствительности к исследуемым факторам [6] — достаточно изучены, и требуется лишь научиться определять сроки их протекания в конкретных условиях среды.

Впервые термин «норма реакции» введен генетиком В. Иогансеном в 1909 году [2], трактовавшим ее как возможность развития особи, созданную оплодотворением и представленную генотипом в зиготе. Современное определение нормы реакции, по мнению О. Г. Усырова и И. В. Селицкой [7], дано М. Е. Лобашевым [5]. Он рассматривает ее как свойство генотипа обеспечить в известных пределах изменчивость онтогенеза в зависимости от условий среды, т. е. норма реакции указывает на возможную изменчивость в реализации генотипа. Однако она не позволяет количественно охарактеризовать эту изменчивость и, следовательно, учесть особенности генотипа при разработке программ управления продукционными процессами. Достаточно полным и практически реализуемым определением физиологической нормы реакции растений представляется «типичная изменчивость в реализации показателей продукционного процесса генотипа в ответ на конкретное по величине и длительности внешнее воздействие». Для установления величины реакции на воздействие извне необходимо и достаточно определить величину и скорость изменения ее показателя. С учетом этих характеристик показателя и вырабатываются управляющие воздействия на процессы формирования урожая.

Вопрос о границах эффективности факторов решается, если исходить из положений о пороговых величинах возбуждений, в пределах которых биологический объект положительно эффектирует. В этом случае границы будут определяться значениями факторов, при которых производная величины показателя

реакции по фактору обращается в нуль или меняет знак. Анализ критических периодов в росте и развитии растений связан с участками s-образной кривой роста, характерной изломами. Важнейшим признаком реакции на этих участках является изменение скорости нарастания функции $Y=f(t)$ в связи с различной отзывчивостью растений на складывающиеся условия среды. Отметим необходимость учета особенностей изменений функции $Y=f(t)$ на участках излома кривой.

Так, начальный участок характеризуется последовательно нарастающей потребностью в факторе, когда рост последнего приводит к интенсификации продукционного процесса. Этот участок кривой не может соответствовать критическому периоду. Действительно, из понятий «кризис», «критическое состояние» следует, что критическому периоду соответствует снижение темпов нарастания функции, приход в критическую точку, где производная функции меняет знак.

Таким образом, начало критического периода относится к моменту, с которого снижаются темпы или скорости нарастания функции с ростом аргумента. Начало и конец критического периода можно определить по кривой роста с помощью касательной в точках перегиба кривой и перпендикуляров на ось времени.

Более точно время начала критического периода устанавливается путем последовательного вычисления отношений ΔY к равным промежуткам времени Δt и построения по полученным данным кривой скорости $\frac{\Delta Y}{\Delta t}$. Опуская из точки максимума кривой перпендикуляр на ось времени, получим на ней точку, соответствующую началу критического периода. Критический период теоретически заканчивается в момент времени, когда $\frac{\Delta Y}{\Delta t} = 0$. Практически же это происходит раньше, в фазы созревания, после которых потребление элементов питания прекращается.

Сопоставляя календарные сроки наступления критического периода со сроками фаз (этапов онтогенеза), получим данные о критических по чувствительности к условиям внешней среды периодах развития исследуемых культур.

Рассмотрим некоторые аспекты учета физиологических реакций при разработке программ формирования урожая на примере кукурузы, возделываемой на зерно.

По динамике водопотребления выделяются три характерные группы режимов увлажнения почвы:

1) естественного, недостаточного по величине и неустойчивого по времени;

2) недостаточного для полной реализации биологического потенциала продуктивности, но обеспечивающего нормальные условия органогенеза (для кукурузы это режимы с влажностью расчетного слоя почвы не более 70% НВ);

3) достаточного (70...80% НВ) для полной реализации биологического потенциала продуктивности. Например, в опытах 1980—1985 гг. со среднеспелым гибридом Краснодарский 440 МВ при отсутствии орошения средний урожай в зависимости от минерального питания достигал 2,7 т/га; при предполивном пороге увлажнения не ниже 60% НВ — 6,0, 70% НВ — 8,0, 80% НВ — 9,0 т/га и более. Таким образом, подтвержден вывод, содержащийся в [3], о том, что увлажнение почвы лимитирует уровень урожайности.

Без орошения среднесуточное водопотребление достигает максимума в межфазный период 15-й лист — выметывание метелки и практически не снижается до конца цветения початка (отклонение 3...4%). При орошении пик среднесуточного водопотребления наступает позже, в период цветения початка — молочная спелость. Однако зона с незначительным отклонением от него охватывает уже больший отрезок времени вегетации — от выметывания метелки до молочной спелости зерна. Таким образом, максимум водопотребления наступает тем раньше и продолжается тем дольше, чем выше уровень водообеспеченности посева.

Анализ реакции растений кукурузы на режим увлажнения почвы показал, что существуют два пика чувствительности к обеспеченности их водой. Первый наблюдается во время дифференциации конуса нарастания (III этап органогенеза, соответствующий у среднеспелого гибрида фазам 5...6 листьев), а второй связан с цветением и оплодотворением початка (IX этап органогенеза). Второй пик чувствительности совпадает с абсолютным максимумом водопотребления и накопления биомассы. Причем если при изменении

влажности почвы увеличение на 10% НВ вызывает ускорение водопотребления в 1,2 раза, то увлажнение почвы более 70% НВ связано с экспоненциальным нарастанием величины максимума водопотребления. Например, с ростом порога увлажнения почвы с 70 до 80% НВ водопотребление возрастает в 1,1 раза. Такой характер его изменения согласуется с особенностями ростовых процессов у растений, протекающих по известной интегралообразной кривой.

Удельное водопотребление растений ($\text{м}^3/\text{т}$ биомассы) имеет максимальные значения в периоды от всходов до 7...9 листьев и от 13...14 листьев до выметывания метелки, когда биомасса накапливается недостаточно интенсивно или с замедлением. Вместе с тем при изменении влажности почвы от 70% НВ и выше разница в удельных потреблении воды до фазы 9 листьев независимо от режима минерального питания незначительна (в пределах ошибки определения). Поэтому в этот период влажность почвы не ниже 70% НВ обеспечивает физиологически возможное потребление элементов питания при любых нормах удобрений. Увеличение порога увлажнения не приводит к интенсификации фотосинтеза.

Основной межфазный период вегетации, когда целесообразно управлять продукционным процессом растений, изменяя водообеспеченность, — от 9 листьев до цветения початка. В это время водопотребление и накопление биомассы нарастают синхронно и прямолинейно. После цветения початка удельный расход воды на формирование урожая, как указывалось выше, возрастает из-за замедления ростовых процессов вплоть до полного их прекращения при достижении восковой спелости зерна. Поэтому, чтобы динамика потребления воды растениями согласовывалась с возможным накоплением биомассы, достаточно иметь влажность почвы в этот период не ниже 70% НВ.

В целом режим увлажнения почвы, обеспечивающий реализацию биологического потенциала продуктивности кукурузы, представляется следующим:

от посева до фазы 9 листьев — предполивной порог влажности почвы не ниже 70% НВ;

от фазы 9 листьев до конца цветения початка — регулирование предполивного порога влажности почвы в пределах 70...80% НВ в зависимости от программы накопления биомассы урожая с момента наступле-

ния критического периода на VII этапе органогенеза, связанного с усиленным ростом соцветий у метелки и зачаточного початка и совпадающего с наступлением фазы 13...14 листьев;

от конца цветения початка до восковой спелости зерна — поддержание влажности почвы на уровне не ниже 70% НВ.

Характер потребления элементов минерального питания при прочих равных условиях задается режимом увлажнения почвы. Как показали наши исследования, для содержания элементов питания в биомассе кукурузы характерны 4 основных периода с фиксированной динамикой потребления их растениями. У среднеспелого гибрида это посев — 3...5 листьев; 3...5—7...9 листьев; 7...9 листьев — выметывание метелки; выметывание метелки — молочная спелость зерна; молочная спелость — полная спелость зерна. В каждом из этих периодов изменение водного и питательного режимов вызывает пропорциональный сдвиг потребления элементов питания растениями. Следовательно, знание исходного для каждого из периодов процентного содержания элементов позволяет прогнозировать ход накопления их и биомассы, а также рассчитывать требуемые изменения режима минерального питания с целью управления формированием урожая.

Исходя из принципа изменения начальных условий, можно осуществить три корректировки процесса — в фазы 3...5 и 7...9 листьев, а также в выметывание метелки. Величина корректирующего воздействия при этом должна быть пропорциональна отношению скоростей снижения элементов питания в двух смежных периодах вегетации. Момент времени воздействия определяется как произведение скорости изменения содержания элемента в предшествующий период на отношение требуемого его содержания к фактическому.

Как видно из таблицы, повышение концентрации азота в почвенном растворе в период до 9 листьев приводит к снижению его потребления, если влажность почвы не превышает 60% НВ. Таким образом, планирование ранних подкормок должно сопровождаться анализом состояния влажности почвы: они могут оказаться нецелесообразными.

Соотношение элементов питания (N:P:K) в био-

1. Среднесуточное потребление элементов питания гибридом кукурузы Краснодарский 440 МВ, кг д.в./га сутки

Режим орошения	Режим минерального питания	Периоды вегетации											
		3-й...7-й лист			7-й лист — выметывание метелки			выметывание метелки — молочная спелость			молочная спелость — восковая спелость		
		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
Без орошения	Без удобрений	0,72	0,12	0,89	1,41	0,30	2,00	1,18	0,35	0,82	1,21	0,38	0,55
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	0,69	0,19	1,22	1,46	0,56	2,73	1,14	0,63	1,03	1,43	0,66	0,83
	N ₂₀₅ P ₁₉₀ K ₁₄₅	0,65	0,19	1,10	1,39	0,52	2,33	1,19	0,60	0,87	1,16	0,68	0,67
60% НВ	Без удобрений	0,94	0,25	1,38	2,08	0,69	2,76	1,43	0,79	1,13	1,28	0,56	0,55
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	1,45	0,27	1,71	2,94	0,94	3,62	2,18	1,11	1,35	1,91	0,79	0,71
	N ₂₀₅ P ₁₉₀ K ₁₄₅	1,31	0,56	2,15	2,69	1,23	4,53	2,02	1,37	1,81	1,71	1,04	0,88
70% НВ	Без удобрений	1,02	0,35	1,72	2,08	0,87	3,53	1,25	1,07	1,43	1,47	0,72	0,67
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	1,18	0,38	2,38	2,39	1,14	5,18	1,86	1,25	1,91	1,44	0,91	0,96
	N ₂₀₅ P ₁₉₀ K ₁₄₅	1,33	0,62	2,37	2,84	1,84	5,05	2,23	2,00	1,89	1,73	1,44	0,92
80% НВ	Без удобрений	1,68	0,58	2,22	2,71	1,55	4,38	2,23	1,64	1,53	1,81	1,20	0,91
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	2,45	0,78	2,62	5,02	1,63	5,58	3,80	1,93	2,10	3,09	1,36	1,02
	N ₂₀₅ P ₁₉₀ K ₁₄₅	2,32	0,65	3,43	5,01	2,12	5,99	3,81	2,36	2,27	3,10	1,63	1,12

массе по периодам вегетации изменяется независимо от режимов питания и орошения следующим образом: 3-й лист — 7...8 листьев — 35,90:11,22:52,88; 7—8 листьев — выметывание метелки — 34,41:14,35:51,24; выметывание метелки — молочная спелость — 40,83:25,35:33,82; молочная спелость — полная спелость — 50,21:26,75:23,04. Полученные результаты согласуются с выводом [1] о постоянстве соотношений N:P:K при изменении условий среды и данными [4] о соотношениях в различные периоды развития (5...10 листьев — 40,8:8,5:50,7, цветения — 46,4:11,8:41,8). Однако наши показатели свидетельствуют о целесообразности большей дифференциации онтогенеза — выделения четырех указанных этапов развития. Это позволяет приблизить режим питания растений к оптимальному по их потребностям.

Азот поступает в растения в течение всей вегетации, достигая максимума потребления к фазе 13...14 листьев. К этой фазе в растениях накапливается 43%, а к выметыванию метелки — 64% общей массы азота. При недостаточной водообеспеченности наступление максимума потребления обратно пропорционально величине предполивного порога влажности в вариантах без орошения и 60% НВ он наступал в фазу выметывания метелки. На всех вариантах опыта с поливами с увеличением нормы минерального питания увеличивается равномерность потребления азота.

Характер потребления фосфора аналогичен особенностям накопления сухого вещества. Максимум потребления приходится на период выметывание метелки — молочная спелость — 54...55% (около 66% общего накопления этого элемента).

Недостаточная влажность почвы, особенно в период до 7...9 листьев, вызывает изменения потребления фосфора. Так, в варианте без орошения при режиме влажности 60% НВ темп потребления фосфора изменялся в фазы 5...6, 7...8 и 9...10 листьев, а при 70 и 80% НВ, — только 5...6 листьев. С ростом норм минерального питания увеличивается амплитуда колебаний в потреблении P_2O_5 . Иначе говоря, чем меньше обеспеченность растений водой, тем более дифференцированным должен быть режим минерального питания, особенно в период закладки генеративных органов.

Аналогична закономерность потребления калия.

Однако накопление его идет более интенсивно и практически завершается к концу цветения початка (началу формирования зерна), достигая 87...85% от общего количества. Максимум потребления приходится на период 9-й лист — выметывание метелки и находится в пределах от 2,0 до 5,99 кг д.в./га сутки.

Таким образом, момент завершения накопления калия определяет сроки возможных изменений режима питания. Пользуясь методом производной, получим, что комплексное регулирование водного и питательного режимов почвы целесообразно до наступления фаз развития 13...15 листьев. При этом должны учитываться изложенные выше указания по времени воздействий, исходя из динамики процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журбицкий З. И., Лавриченко В. М. Определение потребности растений в питании и удобрении по соотношению NPK. — М.: ВНИИТЭИСХ, 1982. — 63 с.
2. Иогансон В. Элементы точного учения об изменчивости и наследственности с основами вариационной статистики. — М. — Л.: ОГИЗ, 1933. — 410 с.
3. Кружилин И. П. Основные принципы управления формированием урожаев на программных посевах при орошении. — В сб.: Программирование урожаев сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Нижнего Поволжья. Волгоград, 1986, с. 5—32.
4. Кудзин Ю. К., Гетманец А. Я., Шулаков Ю. Н. Оценка условий питания кукурузы методами растительной и почвенной диагностики. — Химия в сельском хозяйстве, 1976, № 2, с. 29—32.
5. Лобашев М. Е. Генетика. — Л.: изд. ЛГУ, 1967. — 752 с.
6. Светлов П. Г. Теория критических периодов развития и ее значение для понимания принципов действия среды на онтогенез. — В кн.: Вопросы цитологии и общей физиологии. М. — Л.: изд. АН СССР, 1960, с. 263—285.
7. Устьяров О. Г., Селицкая И. В. Норма реакции на условия внешней среды и продуктивность растений. — В кн.: Норма реакции растений и управление продукционным процессом. Л.: АФНИИ, 1982, с. 3—7.

ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОГРАММИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЕМ УРОЖАЯ ТРАВ НА ЛИМАНАХ

В. Ф. МАМИН, доктор сельскохозяйственных наук

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

Программированное выращивание дикорастущих трав на природных лиманах сопряжено с дополнительными ограничениями сроков и диапазона регулирования факторов роста растений.

Скорость истинной ассимиляции природным фитоценозом определяется шестью основными факторами: водообеспеченностью, фенологическим состоянием растений, температурой, обеспеченностью минеральным питанием, фотосинтетической активной радиацией и конкурентным взаимодействием видов, входящих в состав растительного сообщества. Из них в обычных условиях управляют по прямым зависимостям лишь фактор обеспеченности питанием. Но в силу структурной сложности фитоценозов и особенностей их функциональных связей со средой, высокой динамичности и вероятностного характера изменения факторов среды при эпизодическом одноразовом затоплении, обеспечить для растений оптимальные режимы тепла и влаги весьма затруднительно и отдача удобрений не может быть гарантированно высокой и тем более полной.

Биологическая активность лугов вообще, понимаемая как показатель функционирования фитоценоза в конкретных условиях обитания (Spedding, Hoxey, 1975), здесь не высока. Ограничены и возможности программированного выращивания урожаев. Они сводятся к разработке прогностических моделей и программ оценки потенциальных урожаев в зависимости от складывающихся метеорологических условий (Уойсонг, Фиссер, 1974), которые в случае надежного обеспечения водой могут быть трансформированы в программы управления (Alberda, Sibma, 1968; Gaswell, Werner, 1978).

Программное выращивание урожаев трав на ли-

манах реально возможно только при их ирригационном освоении. Причем, как показали наши исследования, необходимо иметь не просто постоянный водоисточник, а водоисточник, уровень надежности которого во времени согласуется с биологическими особенностями злаковых трав весенне-летней вегетации. На лимане при затоплении слой воды (как надежный резерв) должен создаваться в строго определенные календарные сроки в соответствии с фенологическими фазами развития злаковых трав.

Основные предпосылки построения моделей и программ водопользования на лиманах для варианта интенсивного использования строятся на исчерпывающей утилизации естественных весенних запасов влаги в фазу отрастание — начало весеннего кущения злаков, поливной воды от фазы кущения до фазы колошения — в период поддержания ее слоя на поверхности луга — и от фазы колошения до сенокосной спелости злаков после его сработки, раннеосенних осадков для прохождения осеннего побегообразования злаков и накопления ими запасных веществ под урожай следующего года. При такой организации водообеспеченности возможно управление и остальными пятью указанными выше факторами в следующей взаимосвязанной последовательности:

фактор минерального питания — при поддержании влажности почвы от 75 до 100% НВ от фазы колошения до фазы цветения злаков при запрограммированных сроках сработки слоя воды растениями максимально используется активное начало вносимых минеральных удобрений (до 50...60% азота);

фактор фенологического состояния — полная обеспеченность усвояемой влагой (расчетный слой воды и темп его сработки по фазам развития) и минеральной пищей стабилизирует ход фенологических фаз, не укорачивая сроки их прохождения. Следовательно, годовой цикл развития может протекать по генетически заложенной программе с абсолютным проявлением потенциала вида;

фактор температуры — при поддержании расчетного слоя воды в экологически обоснованные сроки сглаживаются суточные колебания температуры почвы (до 4°C) и воздуха (до 3°C), снимается напряженность кризисных ситуаций в период частых засух и суховея;

фотосинтетическая активная радиация (ФАР) — за счет увеличения облиственности побегов (пырея — до 32, бекмании — до 46%) и общей зеленой массы растений при требуемой обеспеченности водой и минеральной пищей (до 400%) при 100%-ном проективном покрытии КПД ФАР возрастает до 4%;

фактор конкуренции — бездефицитное азотное питание при поддержании регламентированного для доминирующих злаков водного режима усиливает их конкурентную мощность настолько, что сопутствующие гигрофильные виды вытесняются из сообществ.

Последнее положение чрезвычайно важно учитывать при программировании: полидоминантность распространенных на лиманах сообществ трав значительно ограничивает программу управления. Изменяющиеся условия среды по гипсометрическим ярусам лиманов (режим увлажнения и богатство почвы) не позволяет иметь единую программу для всей площади луга. А тот факт, что каждый ярус в большинстве случаев населен 3...5 видами, контрастными по своим требованиям к условиям питания и освещенности, усложняет составление программы даже в его контурах.

Во-первых, весьма трудно определить для популяций каждого вида ориентировочную реакцию (как ход развития их во времени) на организованное воздействие мощных факторов. Еще сложнее установить отклоняющуюся реакцию, как непредвиденный ход флуктуационных изменений при стрессовых нагрузках.

Во-вторых, нельзя не учитывать эксплерентность некоторых малоценных в хозяйственном отношении видов. Создаваемые для ценного доминанта оптимальные условия зачастую субоптимальны и для сопутствующих видов, которые создают потенциальный колонизационный прессинг и могут привести даже к сукцессионным изменениям на лимане. Покажем это на примере взаимоотношений двух наиболее часто встречающихся на сенокосных лиманах видов — пырея ползучего и ситняга болотного, которые сосуществуют в различных ассоциативных вариантах и находятся в состоянии скрытой конкуренции. Реализация этого стремления возможна для пырея при достатке питания и преферентуме водного режима; для ситняга — при обилии воды и пространства. С изменением условий в ту или иную сторону скрытая фор-

ма переходит в активную косвенную конкуренцию между ними, характер которой можно представить системой уравнений В. Д. Федорова и Т. Г. Гильманова (1980)

$$\frac{dx_1}{dt} = r_1 x_1 \left(1 - \frac{x_1}{K_1} - \frac{\alpha_{12} x_2}{K_1}\right);$$

$$\frac{dx_2}{dt} = r_2 x_2 \left(1 - \frac{x_2}{K_2} - \frac{\alpha_{21} x_1}{K_2}\right),$$

где r_1 — удельная скорость роста;

K_1 — емкость среды для i -того вида при отсутствии конкуренции;

α_{12}, α_{21} — безразмерные коэффициенты, которые служат мерой относительного влияния видов друг на друга.

В этом случае скорость изменения плотности пырея зависит от плотности ситняга (конкурентное соотношение)

$$\frac{dx_1}{dt} = -(x_1; x_2),$$

а соотношение прироста пырея к приросту ситняга может быть меньше нуля

$$\frac{dx_1}{dx_2} < 0 \text{ или } \frac{dx_2}{dx_1} < 0,$$

т. е. популяция одного вида начинает подавлять популяцию другого. При характерном для почв лиманов недостатке доступного азота избыток воды мобилизует потенцию ситняга и снижает степень выносливости пырея к другим факторам. Сужение экологической ниши выражается снижением поемности, что следует рассматривать в качестве ответной физиологической реакции пырея. Популяция пырея начинает деградировать. Этот процесс выражается снижением количества надземных продуктивных органов (скорость снижения до 500...800 побегов/м²/год) с уменьшением воздушно-сухой массы до 170...200 г/м²/год. Ежегодная потеря фитоценозом 0,5 т/га сухого надземного вещества соответствует потере системой 4,205 ГДж/год. Такое количество энергии содержится в 48,4 кг активного азота в минеральных удобрениях. Без внесения этого минимума дигрессия происходит даже при ежегодном затоплении лимана нормами, обеспечивающими длительность затопления 25...35 су-

ток, что ниже необходимого для пырея оптимума. Процесс выражается следующим уравнением регрессии:

$$Y = -8,83x + 164 \pm 4,82 \quad (\text{при } r = -0,96).$$

При увеличении длительности затопления до 35...45 суток скорость деградации пырея может возрасти в 2 раза:

$$Y = -19,38x + 129 \pm 12,3,$$

где Y — продолжительность дигрессионного процесса с сокращением пырея от исходного количества до 0;

x — содержание пырея в травостое.

Временное сокращение норм затопления снижает скорость этого процесса, однако к восстановлению популяции пырея не приводит. Демутация этого злака наступает только с внесением азотных удобрений и при ежегодном использовании 90...120 кг/га азота (по АДВ) на фоне нормированного затопления завершается полным восстановлением пырейной основы травостоя через 2...3 года. Высокая результативность этого приема подтверждена широкой практикой.

Из всего изложенного следует, что при программном управлении формированием урожая трав на лиманах основу первоначальных мероприятий должны составлять приемы, направленные на изменение фитоценологических структур. Первый этап — стимулирование демутиационного процесса с целью ускоренного восстановления злаковой основы травостоя и равномерного размещения популяции доминирующего на лимане злака. Достигается это за счет внесения минерального азота нормами (в энергетическом исчислении), в 2,5...3,0 раза превышающими годовую потерю энергии в дигрессионном периоде.

Второй этап — формирование популяции доминирующего на лимане злака максимальной плотности. На этом этапе в систему мер включают химическое и механическое уничтожение сорных и балластных видов трав, конкурирующих со злаками (широколиственное разнотравье, осоки, ситники). При одно- или двухлетней обработке луга аминной солью 2,4-Д с одновременным внесением аммиачной селитры или мочевины сорняки уничтожаются или подавляются настолько, что теряют конкурентоспособность. Таким образом увеличивается емкость среды для ценных злаков

при дополнительном поступлении энергии. Создается оптимизированный ценологический фон программирования. Мощные популяции пырея (на пырейных лиманах), бекмании (на бекманиевых лиманах) становятся «программопригодными». Только при монодоминантности фитоценоза предсказуемость реакции системы как мера регулярности этого фитоценоза реализуется на 80...90%.

Исследования на лиманах Ближний и Савинский в 1980—1986 гг. подтверждают предположения, что в программе по водному режиму лимана (или его концентрического злакового пояса) определяется степень управляемости такими параметрами, как:

календарные сроки наполнения лимана (в зависимости от имеющихся запасов влаги в почве), начала отрастания и кущения типичного для него злака;

календарные сроки полной сработки слоя воды в соответствии с фенологическими фазами развития этого злака;

динамика снижения запасов влаги в основном корнеобитаемом слое почвы после сработки слоя воды (от фазы полного колошения до фазы цветения злака).

При постоянной коррекции водного режима в максимальном приближении к этим параметрам на чистых (содержание сопутствующих видов не более 10% по массе) пырейных или бекманиевых травостоях уровень реализации программы управления процессом формирования урожая достигает 80...90%.

Пространственным ограничением программ для каждого лимана служат естественные границы распространения популяции доминанта по экологическим поясам (концентрам).

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ

А. А. КЛИМОВ, А. П. САПУНКОВ —

кандидаты технических наук

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

Планирование процесса формирования урожая и управление им связаны с анализом различных технологических операций, прогнозированием промежуточных и конечных результатов, выработкой коррективов в сроках и ресурсообеспечении отдельных технологических операций и составляющих их приемов. Успех выполнения указанных функций во многом определяется системностью их изучения. Однако традиционные формы планирования агрокомплекса по выращиванию сельскохозяйственных культур основываются на технологических картах, сопутствующих им планах-графиках, в лучшем случае ленточных. Однако в них не учитываются количественные связи и взаимозависимости агротехнических мероприятий. При программированном выращивании урожая это приводит к затруднениям в выборе оптимальных параметров урожаяобразующих факторов.

Действительно, исходными при планировании работ на программированных посевах являются следующие основные положения. Во-первых, сельскохозяйственные культуры на орошаемых землях должны возделываться по интенсивным технологиям. Практически это означает максимально возможную эффективность использования почвенно-климатических, материальных, людских и других ресурсов. Следовательно, необходимо обеспечить лучшую сбалансированность поступления и потребления ресурсов с целью получения большей отдачи от вкладываемых средств. Во-вторых, часть ресурсов (например, климатические) контролируется, но не регулируется и может лимитировать продуктивность растений, влиять на выполнение других технологических операций. Поэтому следует согласовывать управляемые ресурсы с поступлением нерегулируемых. А так как последние,

как правило, изменяются случайным образом, то должна оцениваться вероятность выполнения планов агротехники. В-третьих, технологические операции различаются по своей сущности, целевому назначению и способам реализации и в этом смысле обладают определенной автономией. Наконец, в-четвертых, ведущим является биологический процесс роста и развития растений: сроки проведения агротехнических мероприятий должны согласовываться со сроками прохождения этапов органогенеза и связанными с ними изменениями в физиологических реакциях растений на условия окружающей среды.

Поэтому структуру управления формированием урожая целесообразно строить, основываясь на системе сетевого планирования, практической реализацией которой являются сетевые графики. Покажем это на примере возделывания среднеспелого зернового гибрида кукурузы на орошаемых землях Нижнего Поволжья. В качестве ординаты времени принята шкала относительной продолжительности этапов органогенеза и межфазных периодов развития в долях от периода посев — полная спелость. Как показали наши исследования, эти доли отличаются высокой степенью постоянства. Количественные характеристики графика (сроки наступления событий, длительности работ) определены на основе данных полевых опытов с гибридом Краснодарский 440МВ для среднесухого по обеспеченности осадками года. Это выполнено с учетом технологических требований к проведению агромероприятий (сроки обработки гербицидами в связи с органогенезом, дифференциация режима орошения по схеме 70...80...70% НВ с учетом особенностей водопотребления кукурузы и т. д.), характерных для условий Нижнего Поволжья.

Перечень работ (технологических операций), составляющих технологию выращивания кукурузы на зерно, приведен в таблице. На их основе строится сетевой график, или логическая сетевая модель технологии.

Состав сетевого графика возделывания кукурузы

Обозначение операций	Наименование операций
1—15	Изменение температуры воздуха, почвы
1—8	Отбор и анализ почвы на содержание питательных веществ, расчет норм удобрений под программируемый урожай
0—2	Подача воды на поле
2—3	Провокационный полив
2—6	Естественное уплотнение почвы
3—4	Прорастание сорняков
3—5	Снижение влажности почвы
4—5	Контроль состава сорняков
6—7	Поверхностное рыхление почвы (дискование и др.)
7—10	Прорастание сорняков
0—9	Доставка органических и минеральных удобрений
9—10	Распределение органических и минеральных удобрений по полю
10—11	Контроль состава сорняков
11—12	Основная обработка почвы
12—13	Эксплуатационное выравнивание поверхности поля
13—14	Рыхление верхнего слоя почвы
15—16	Зимний период
16—32	Прогревание почвы
16—18	Снижение влажности верхнего слоя почвы
16—19	Прорастание сорных растений
17—18	Образование плотного слоя почвы на поверхности поля
18—19	Рыхление верхнего слоя почвы
18—20	Удаление сорных растений
18—21	Снижение влажности активного слоя почвы
19—33	Взятие и анализ образцов почвы на содержание питательных веществ, уточнение норм внесения удобрений под программируемый урожай
20—30	Протравливание семян

Обозначение операций	Наименование операций
21—22	Рыхление слоя почвы. Выравнивание поверхности поля. Рыхление верхнего слоя почвы
21—25	Снижение влажности почвы
22—25	Уплотнение почвы
24—26	Прорастание сорняков
25—27	Рыхление слоя почвы перед посевом
26—27	Уничтожение сорной растительности
25—28	Снижение влажности активного слоя почвы
27—29	Прорастание сорняков
27—37	Уплотнение почвы
28—31	Нарезание направляющих щелей
29—34	Контроль состава сорных растений
0—29	Доставка гербицидов на поле
29—31	Лонточное внесение гербицидов
30—31	Смешивание гербицидов с почвой
30—32	Обработка семян пленкообразующим составом
30—32	Контроль влажности почвы
0—32	Доставка семян на поле
32—34	Посев семян кукурузы, прикатывание
32—35	Набухание семян кукурузы и появление всходов
0—33	Доставка минеральных удобрений на поле
33—34	Культивация междурядий: рыхление почвы и удаление сорняков
35—37	Рост и развитие кукурузы
35—36	Контроль и оценка фитофауны, выбор ядохимиката и его доз
36—39	Контроль состава питательных веществ в почве
35—38	Контроль влажности почвы, расчет поливной нормы
37—39	Рост и развитие растений кукурузы (трубкование)
0—37	Доставка ядохимикатов на поле
37—39	Опрыскивание посевов
37—39	Культивация междурядий: рыхление, удаление сорняков

Обозначение операций	Наименование операций
0—39	Доставка воды на поле
39—41	Вегетационный полив
0—40	Доставка минеральных удобрений на поле
40—42	Внесение удобрений
39—41	Рост и развитие растений кукурузы
41—44	Рост и развитие кукурузы
41—43	Анализ состава сорняков
41—43	Контроль питательных веществ в почве
39—42	Контроль плотности почвы
42—44	Нарезание щелей в междурядьях
42—44	Обработка почвы в междурядьях
0—43	Доставка гербицидов на поле
43—45	Внесение гербицидов
44—48	Рост и развитие кукурузы
0—44	Доставка удобрений на поле
44—46	Внесение удобрений
0—45	Доставка воды на поле
45—47	Вегетационный полив
48—52	Рост и развитие кукурузы (выметывание)
48—49	Контроль состава питательных веществ в почве
0—49	Доставка удобрений на поле
49—51	Внесение удобрений
48—50	Контроль влажности почвы
0—50	Доставка воды на поле
53—54	Вегетационный полив
54—57	Развитие растений кукурузы (молочная спелость зерна)
55—57	Контроль влажности зерна в початке
54—56	Контроль влажности почвы
0—56	Доставка воды на поле
56—57	Вегетационный полив

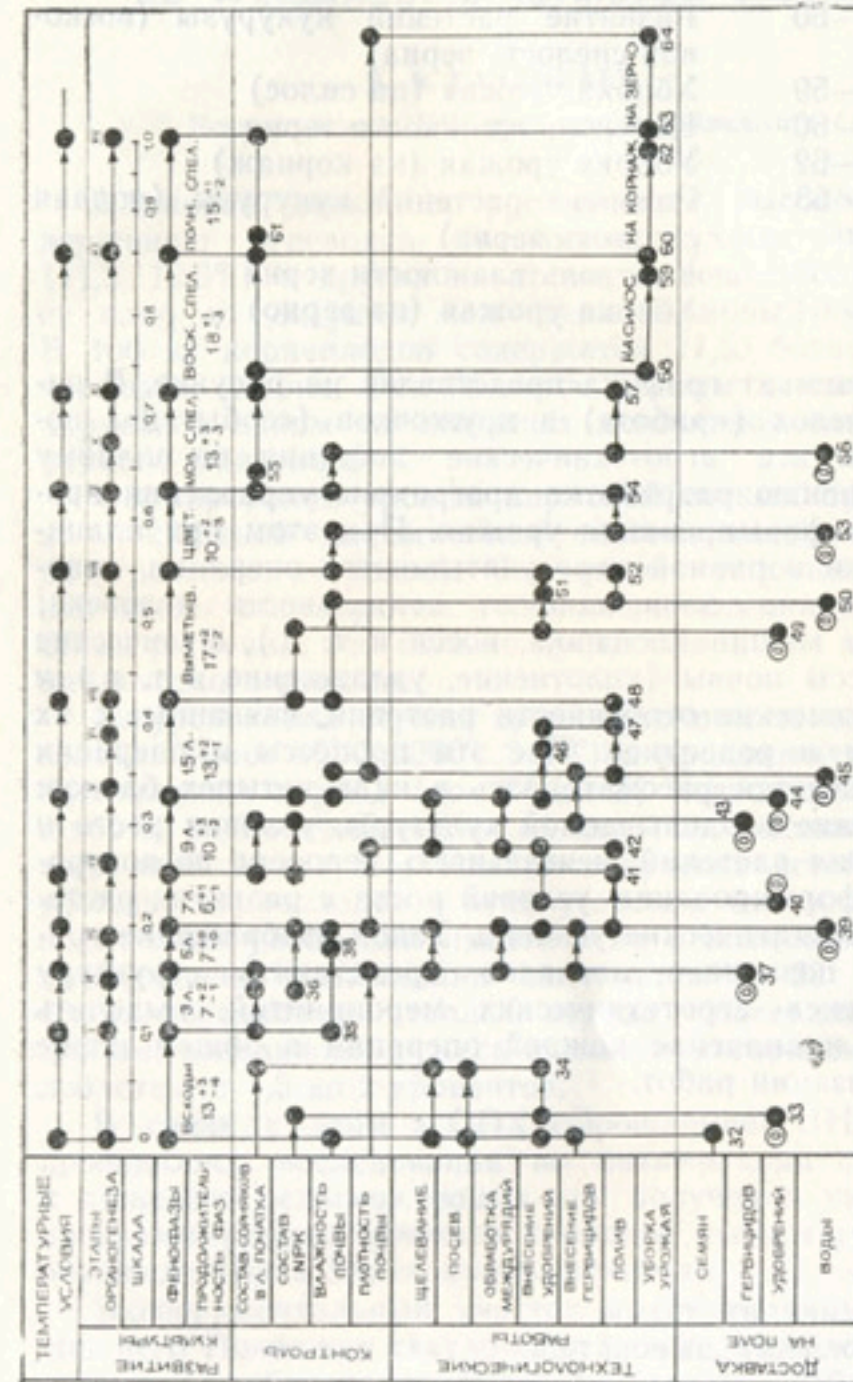


Рис. Фрагмент сетевого графика программированного возделывания кукурузы.

Обозначение операций	Наименование операций
57—60	Развитие растений кукурузы (восковая спелость зерна)
58—59	Уборка урожая (на силос)
58—60	Контроль влажности зерна
60—62	Уборка урожая (на корнаж)
60—63	Развитие растений кукурузы (полная спелость зерна)
61—63	Контроль влажности зерна
63—64	Уборка урожая (на зерно)

Фрагмент графика представлен на рисунке. В виде стрелок («работ») и кружочков («событий») показаны все агротехнические действия по полному завершению разработки программы управления процессом формирования урожая. При этом при планировании в равной мере учитываются операции, непосредственно зависящие от деятельности человека: работа машин (вспашка, посев и т. д.), физические процессы почвы (уплотнение, увлажнение и т. п.) и биологические особенности растений, связанные с их ростом и развитием. Все эти процессы и операции предлагается рассматривать в виде четырех блоков: состояние возделываемой культуры, условия роста и развития растений, деятельность человека по контролю и формированию условий роста и развития растений, климатические условия. Такое изображение графика позволяет наглядно представить структуру комплекса агротехнических мероприятий, выделить место и значение каждой операции в общем плане организации работ.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ

А. В. РАЗЛИВАЕВ

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

Кормовая свекла по урожайности, высокому содержанию углеводов, витаминов, сухого вещества (11,3...13,3%) и других питательных веществ занимает одно из ведущих мест среди кормовых культур. В 100 кг корнеплодов содержится 11,5, ботвы — 9,3 кормовых единиц. Она является ценным диетическим кормом и одним из основных источников сахара в рационе животных.

Формирование урожая кормовой свеклы протекает в сложной динамической системе климат — почва — растение — урожай. Чем полнее условия внешней среды согласуются с биологическими особенностями растений, тем больше предпосылок для получения высокого урожая.

Ресурсы тепла (сумма среднесуточных температур воздуха более 10°С 3200°...3400°) и продолжительный безморозный период (до 180 дней) позволяют выращивать в Волго-Донском междуречье высокие урожаи этой культуры. Однако получение устойчивых урожаев корнеплодов в этих условиях без орошения и внесения удобрений практически невозможно, т. к. коэффициент увлажнения изменяется от 22 до 44, сумма осадков за теплый период составляет 40...200 мм, содержание гумуса в пахотном горизонте колеблется от 1,5 до 2 процентов.

В связи с этим в ОПХ «Орошаемое» ВНИИОЗ проводились исследования по оптимизации водного и пищевого режимов почвы для получения высоких программируемых урожаев кормовой свеклы районированного сорта Эккендорфская желтая.

Экспериментальный участок имеет типичные для Нижнего Поволжья светло-каштановые, тяжелосуглинистые, слабоводопроницаемые почвы. Объемная масса активного слоя 0,6 м 1,35 т/м³, наименьшая влагоемкость — 23,0% массы сухой почвы. Предшественник — кукуруза на силос.

Полевые опыты были заложены в следующих по водному режиму почвы вариантах.

Вариант 1. Режим увлажнения складывался под влиянием атмосферных осадков, без орошения. Принимался он в качестве контроля оценки вариантов водного режима почвы с поливами.

Вариант 2. Vegetационные поливы проводили при снижении влажности активного слоя почвы до 60% наименьшей влагоемкости.

Вариант 3. На протяжении всего вегетационного периода поливы назначали при пред-поливной влажности почвы 70% НВ.

Вариант 4. Влажность активного слоя почвы в течение всей вегетации растений поддерживали поливами в пределах 100... 80% НВ.

В каждом по водному режиму почвы варианте, исключая «без орошения», изучали влияние на урожай норм удобрений и густоты стояния растений. Нормы удобрений рассчитывались на получение 60, 90, 120 т корнеплодов по методу, разработанному в Волгоградском сельскохозяйственном институте.

Основная и предпосевная обработки складывались из двукратного послеуборочного лущения стерни дисковыми лущильниками на 10... 12 см с интервалом в 2 недели, последующего внесения минеральных и органических удобрений и вспашки на глубину 27... 30 см. Весной осуществляли покровное боронование агрегатом средних борон в 2 следа. Перед посевом вносили почвенный гербицид феназон дозой 6 кг/га с заделкой культиватором. Посев проводили сеялкой точного высева ССТ-8А калиброванными семенами на глубину 3... 4 см. Прикатывали кольчатыми катками. Опыты закладывали в трехкратной повторности. Поливали опытные участки дождевальным агрегатом ДДА-100 МА. Поливная норма на варианте с пред-поливным порогом влажности 60% НВ составляла 750...800, 70% НВ — 550...600, 80% НВ — 400 м³/га.

Влажность почвы определяли с помощью протарированного тензиометра АМ-20-II, влагомера ВНП-I «Электроника» и термостатно-весовым методом еженедельно, а также перед и после полива. Фактические поливные нормы устанавливали с помощью определе-

ния объемов воды в дождемерных стаканчиках, которые расставляли на поле в каждом варианте, и по разнице запасов почвенной влаги до и после поливов.

Погодные условия в годы исследований складывались по-разному. По увлажнению 1986 г. был сухим: сумма осадков за вегетацию составила 39 мм, что соответствует году 95%-ной обеспеченности. 1987 г. был влажным: сумма осадков составляла 178 мм, что соответствует году 32%-ной обеспеченности. Режим орошения кормовой свеклы в разные по увлажнению годы складывался по-разному.

В 1986 году для поддержания влажности почвы не ниже 60% НВ в течение вегетации потребовалось провести 4 полива, не ниже 70% НВ — 7, не ниже 80% НВ — 10. Во влажном 1987 году количество поливов по вариантам опыта уменьшилось соответственно до 3, 5, 8. Кроме того, в наших опытах с момента посева и до фазы 3...4 настоящих листьев у свеклы проводили поливы небольшими нормами (150... 200 м³/га.) Это способствовало получению полноценных всходов и хорошему их развитию.

Суммарное водопотребление кормовой свеклы по вариантам опыта с орошением изменялось от 4800 до 6100 м³/га. Среднесуточное водопотребление было максимальным в период наиболее интенсивного прироста корнеплодов и ботвы — 65 м³/га сутки.

Проводили также исследования по выявлению совместного влияния водного, пищевого режимов почвы и густоты стояния растений на фотосинтетическую деятельность растений, потребление и вынос элементов питания, динамику влажности почвы, продуктивность, структуру урожая и кормовую ценность кормовой свеклы, и результаты использовали для обоснования технологии получения дифференцированных уровней урожайности в конкретных почвенно-климатических условиях и разработки математической модели роста и развития растений с конечной целью формирования запланированного урожая. Оценку продуктивного процесса агрофитоценоза при разном сочетании факторов давали для всех вариантов водного режима почвы, фонов минерального питания по интенсивности прироста листовой поверхности и вегетативной массы, величине и структуре урожая. Из всех вариантов нами были выбраны и проанализиро-

Урожайность кормовой свеклы
(в среднем за 1986—1987 гг.)

Урожайность, т/га		Отк- лоне- ние, %	Сочетание факторов		
заплани- рованная	факти- ческая		режим ороше- ния, % НВ	норма удобрений, кг/га д. в.	густота насаж- дений, тысяч растений на га
60	62,0	+3,4	60	Без удобрений	70
	65,6	+8,4	70	»	110
90	92,0	+2,2	60	N ₂₇₀ P ₇₅ K ₁₉₅	70
	96,5	+6,8	70	N ₁₈₀ P ₅₀ K ₁₃₀	110
	82,5	-9,1	80	Без удобрений	70
120	129,0	+7,0	60	N ₃₆₀ P ₁₀₀ K ₂₆₀	70
	127,5	+5,9	70	N ₂₇₀ P ₇₅ K ₁₉₅	70
	123,5	+2,9	70	N ₂₇₀ P ₇₅ K ₁₉₅	90
	122,0	+1,7	80	N ₁₈₀ P ₄₅ K ₁₃₀	90

ваны те, которые при различном сочетании регулируемых факторов обеспечивали получение запланированных урожаев (табл.).

Анализ данных таблицы показывает, что 60 т/га корнеплодов можно получить без внесения удобрений при режиме орошения 60 и 70% НВ, сформировав густоту посева соответственно 70 и 110 тыс. растений на гектар.

Продуктивность кормовой свеклы на уровне 90 т/га обеспечивается внесением на этот урожай нормы удобрений N₂₇₀P₇₅K₁₉₅ при поддержании влажности активного слоя почвы не ниже 60% НВ с густотой 70 тыс. растений на гектар или при режиме орошения не ниже 70% НВ и густоте 110 тыс. растений на гектар, применяя N₁₈₀P₅₀K₁₃₀. На хорошо водообеспеченных участках такой урожай можно получать при поливах по нижнему порогу влажности почвы 80% НВ без удобрений.

Наиболее близкий к уровню 120 т/га урожай получили при сочетании N₂₇₀P₇₅K₁₉₅ с вегетационными поливами, назначавшимися при влажности активного слоя почвы не ниже 70% НВ и густоте стояния растений 70 или 90 тыс. на гектар, а также при поддержании предполивного порога влажности почвы не ниже 80% НВ с внесением N₁₈₀P₅₀K₁₃₀.

При внесении удобрений нормой N₃₆₀P₁₀₀K₂₆₀ или

N₂₇₀P₄₅K₅₀ + 60 т навоза и поддержании режима орошения не ниже 80% продуктивность кормовой свеклы превышает 150 т/га.

Таким образом, экспериментальные данные показывают, что при орошении в Волгоградской области можно получать урожай кормовой свеклы от 60 до 150 т/га и более. Для каждого уровня запланированной продуктивности необходимо разрабатывать технологию возделывания культуры, которая обеспечивает поддержание основных регулируемых параметров функционирования системы агрофитоценоза в заданных оптимальных пределах. Это касается прежде всего допустимых колебаний влажности активного слоя почвы, в особенности нижнего предполивного порога, оптимальной густоты посева, внесения рассчитанной на получение конкретного урожая нормы удобрений.

УДК 631.8:631.582:631.559

ФОРМИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ОРОШАЕМОМ СЕВООБОРОТЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАДАНЫХ УРОВНЕЙ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В. И. ПОЖИЛОВ, кандидат сельскохозяйственных наук
Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

В степной и аридной зонах, где расположена большая часть орошаемых земель, урожайность основных сельскохозяйственных культур зачастую не достигает проектных уровней. Так, в 11-й пятилетке на поливных угодьях в Поволжье у зерновых культур она не превышала 2,5, кукурузы на силос и зеленый корм — 24,0, многолетних трав на сено — 5,5, овощей — 19,0 т/га. Примерно такими же эти показатели были и в целом по РСФСР. Анализ использования орошаемых земель в РСФСР, Поволжском и Се-

веро-Кавказском природно-экономических районах за 1976—1985 гг. показал, что от 10,2 до 16,4% орошаемой пашни ежегодно не поливалось из-за неисправности внутрихозяйственной сети и гидротехнических сооружений, нехватки воды в источниках орошения и целого ряда других причин. Отрицательно сказываются на урожайности культур и качестве получаемой продукции неоправданно растянутые межполивные периоды и другие нарушения режимов орошения, недостаточный уровень применяемых удобрений, нерациональное соотношение элементов питания в минеральных удобрениях, несоблюдение сроков их внесения. В прошлой пятилетке на каждый гектар севооборотной пашни внесено всего около 7 т навоза и от 177 до 200 кг д.в. минеральных удобрений.

Исследования НИИСХ Юго-Востока, ВНИИОЗа, НПО «Дон», СтавНИИГИМа показали, что новоорошаемые почвы в Поволжском и Северо-Кавказском регионах имеют довольно высокий потенциальный уровень плодородия, о чем свидетельствует получение сравнительно высоких урожаев без применения удобрений (табл. 1).

Продуктивность орошаемых земель можно увеличить до потенциальных величин при комплексном научно обоснованном сочетании материально-ресурсной обеспеченности с высокопродуктивными севооборотами на базе интенсивных технологий, внедрении повторных и пожнивных посевов.

Важную роль в оптимизации развития растений и получении запрограммированных урожаев выращиваемых культур играют плодородие почв и условия минерального питания.

Для разработки алгоритма управления питательным режимом (рис.) предусматривается создание информационного банка данных почвенного плодородия (ИБД «почва») и вспомогательной нормативно-справочной информации (НСИ). Для определения почвенного плодородия используют методы почвенных анализов. К ним следует отнести определение типа почвы и ее механического состава, наименьшей влагоемкости (НВ), объемной и удельной массы почвы, ее общей порозности и уровня окультуренности. К вспомогательным показателям, по нашему мнению, необходимо предопределить такие, как дренированность севооборотных полей, глубина залегания грунто-

1. Урожайность с.-х. культур на вариантах опыта без удобрений, т/га

Сельскохозяйственная культура	Саратовская область (НИИСХ Юго-Востока)	Волгоградская область (ВНИИОЗ)	Ставропольский край (СтавНИИГИМ)
Озимая пшеница	3,0...3,2	2,8...3,3	3,6...4,0
Озимая рожь	—	2,0...2,2	—
Яровая пшеница, ячмень	2,8...3,0	2,2...3,0	—
Просо/рис	— 2,5...3,0/3,0...3,4	—	—
Кукуруза на зерно	3,0...3,5	4,5...5,0	4,5...5,5
Соя	0,8...1,0	1,1...1,7	1,5...2,0
Сахарная свекла	30,0...35,0	40,0...45,0	40,0...45,0
Картофель	—	10,0...11,0	—
Овощи	—	20,0...25,0	—
Кукуруза на силос	40,0...45,0	40,0...45,0	38,0...40,0
Однолетние травы, сено	3,5...4,0	3,7...4,5	—
Многолетние травы сено	9,5...10,0	10,7...12,0	7,0...11,0
зеленая масса	32,0...35,0	35,0...42,0	35,0...40,0

вых вод и их минерализация, степень и тип засоления, рН почвенной вытяжки. Плодородие почв теснейшим образом связано с мощностью гумусного горизонта, содержанием гумуса в пахотном слое, макро- и микроэлементов — N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, B, Fe, Mo. Для почв солонцовых комплексов следует обязательно определять емкость поглощения, сумму поглощенных оснований, состав водной вытяжки, микробиологическую и ферментативную активность орошаемых почв.

В нормативно-справочную информацию (НСИ) входит вся имеющаяся информация о физиологических, биологических свойствах возделываемой культуры, потенциале ее продуктивности и отзывчивости на макро- и микроэлементы по фазам и периодам развития, а также сведения по оперативной возможности корректировки минерального питания с учетом условий произрастания (холодная затянувшаяся весна, промывной режим орошения, резкое нарастание температуры, возникновение болезней, повреждение вредителями). Эти данные следует использовать при выборе способа и техники полива, режимов орошения. При отклонении условий минерального питания от оптимума, от сезонной динамики необходимо пре-

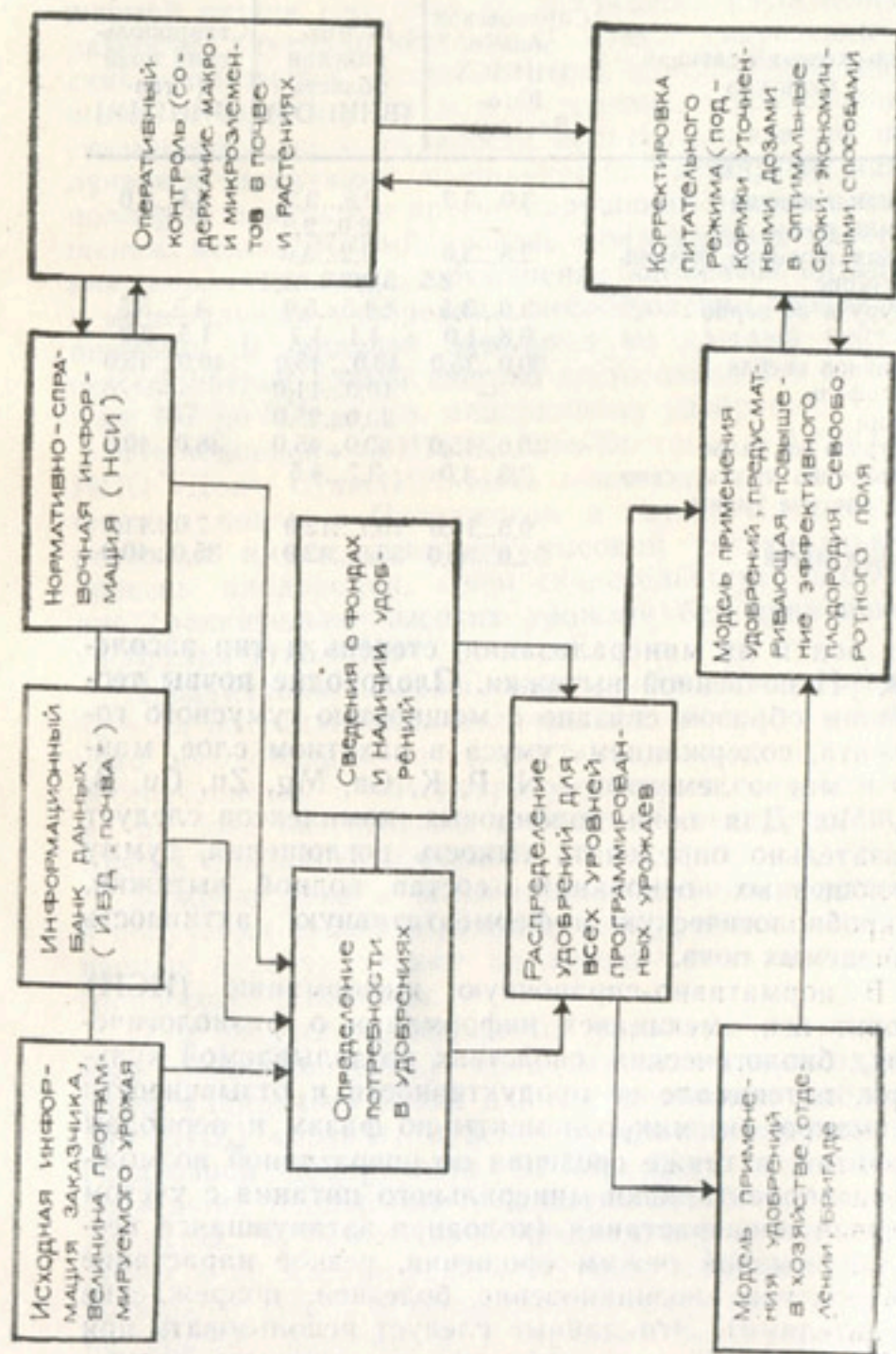


Рис. Алгоритм управления питательным режимом

2. Урожайность зерновой кукурузы в зависимости от уровня влагообеспеченности и минерального питания (1981—1983 гг.)

Режим орошения и норма удобрений	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га, от		Окупаемость 1 кг д. в. удобрений уро-жаем зер-на, кг
		ороше-ния	удоб-рений	
Без орошения и удобрений — контроль	1,45	—	—	—
Без орошения + $N_{30}P_{45}K_{30}$	1,71	—	0,26	2,5
Без удобрений с ороше-нием, 70 % НВ	4,53	3,08	—	—
$N_{150}P_{90}K_{90}$ при 70 % НВ	8,50	—	3,97	12,0

дусмотреть возможность внесения корректив с помощью культиваторов-растениепитателей, широкозахватных опрыскивателей для внекорневых подкормок, гидроподкормщиков для внесения удобрений с поливной водой. Обязательно планируются меры по улучшению качества урожаев возделываемых культур. Эффективность использования минеральных удобрений, их окупаемость находятся в прямой зависимости от влагообеспеченности. При этом часто прибавка урожая от удобрений равна или превышает полученную от орошения и достигает максимальных величин при совместном действии орошения и удобрений. Окупаемость действующего вещества оптимальных норм удобрений продукцией увеличивается с повышением уровня водообеспеченности растений (табл. 2).

Таким образом, при оптимизации условий формирования запрограммированных урожаев зерновой кукурузы следует учитывать оба эти фактора.

Недопустимо изменять соотношение элементов питания при внесении удобрений под возделываемые культуры, сохраняя неизменной их сумму в действующем веществе.

Нежелательно вносить удобрения в более поздние сроки, заменять способы их внесения, рекомендованные для внекорневых подкормок формы азотных удобрений. Совершенно нельзя нарушать даже на короткий период рекомендованные режимы орошения, так как это обязательно скажется на общем состоянии посевов — полегание при переувлажнении,

заболевание растений, уменьшение продуктивной кустистости, снижение озерненности колоса, початка, корзинки и метелки, опадение цветов, бутонов, завязи, ускоренное прохождение фаз развития при снижении уровня влагообеспеченности почвы. Безусловно, все это отрицательно отразится на величине и качестве урожаев полевых культур. Важное значение имеют также сроки, способы внесения и формы удобрений, место их использования (звено севооборота, севооборот, монокультура). В последние годы достаточно эффективным оказалось применение ингибиторов нитрификации — из зарубежных препаратов нитрапирин (N — Serve), из отечественных — КМП, АТС, АТГ.

Большое влияние на продуктивность орошаемой пашни оказывают органические и сидеральные удобрения. Внесение органики позволяет сохранять и накапливать гумус, снижать минерализацию запасов органического вещества почвы, улучшает водно-физические свойства поливных земель, существенно повышает эффективность минеральных удобрений. Сидеральные удобрения предполагают использование накопления зеленой массы таких культур, как озимая рожь, горчица белая, горохо-подсолнечные смеси. Они приобретают особое значение для севооборотных полей, значительно удаленных от навозохранилищ, животноводческих ферм, когда перевозка навоза становится экономически нецелесообразной. Норма внесения навоза на гектар севооборотной пашни не должна быть ниже 8 т и не выше 12...15. У зеленого удобрения этот показатель будет зависеть от уровня агротехники выращивания сидеральной культуры, но не должен быть менее 10 т на гектар.

РАСЧЕТ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ПРОГРАММИРОВАННОМ ВЫРАЩИВАНИИ ОЗИМОЙ РЖИ И ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Л. Д. КОЗЬМЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук
Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

При программировании урожаев возникает необходимость расчета норм удобрений на запланированный урожай, для чего используются разные методы. Наиболее точным считается балансовый. Однако для пользования им надо иметь данные по химическому составу растений для определения величины выноса урожаем и коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений, которые должны быть получены в конкретных почвенно-климатических условиях, знать содержание в течение вегетации основных элементов питания в растениях и почве по фазам их роста и развития для того, чтобы иметь возможность провести корректировку. Такие показатели для орошаемых условий отсутствуют.

Наблюдения за динамикой содержания соединений азота в растениях и слое почвы 0...50 см проводили в многофакторных опытах при орошении дождеванием агрегатом ДДА-100 МА в ОПХ «Орошаемое» Всероссийского НИИ орошаемого земледелия (Волгоградская область). Почвы светло-каштановые, среднесуглинистые. Изучалось взаимное влияние режимов орошения, расчетных норм удобрений, норм посева семян на продуктивность короткостебельных сортов озимой ржи Чулпан и ячменя Паллидум 90. Расщепленные делянки размещали систематически по обе стороны временного оросителя; повторность 4-кратная. Результаты наблюдений, представленные в настоящей статье, получены на опытном участке с оптимальным режимом орошения не ниже 70% НВ в корнеобитаемом слое почвы 0...60 см и посеве 4 млн всхожих семян на 1 га.

Нормы минеральных удобрений рассчитывали балансовым методом на планируемый урожай зерна озимой ржи 5,6 и 7 т/га, а ярового ячменя — 5 и 6 т/га с использованием параметров из справочной литера-

туры и полученных в предыдущей работе с длинно-стебельным ячменем. При разной обеспеченности почвы элементами питания по годам исследований (низкой и средней — минеральным азотом; средней, повышенной и очень высокой — P_2O_5 ; средней и повышенной — K_2O) они составили соответственно урожаем: для озимой ржи — $N_{30...91}$; $N_{65...125}P_{0...10}K_{0...5}$; $N_{120...160}P_{0...50}K_{11...30}$; ярового ячменя — $N_{90...111}P_{50...128}$ (а); $N_{63...93}P_{0...16}K_{0...93}$ (б); $N_{135...140}P_{0...58}K_{35...105}$.

Содержание азота в растительных образцах определяли колориметрическим методом с реактивом Несслера в модификации Чмелевой и Тютерева, P_2O_5 — по Малюгину и Хреновой, K_2O — на пламенном фотометре, аммиачный и нитратный азот в почвенных образцах — в одной навеске с дисульфифеноловой кислотой, P_2O_5 — по Мачигину, K_2O — на пламенном фотометре.

Содержание азота в сухом веществе растений озимой ржи и ярового ячменя в течение всего периода вегетации было выше на удобренных вариантах, хотя четкого влияния норм удобрений не прослеживалось (табл. 1). Особенно значительна эта разница в соломе: у озимой ржи — на 50, ярового ячменя — на 40...80%.

Содержание фосфора подвержено меньшим колебаниям, что объясняется, по-видимому, большими запасами доступных соединений фосфора в почве, которые полностью удовлетворяли потребности растений. Внесение 50...128 кг/га P_2O_5 на варианте 5а в опытах с ячменем приводило к увеличению содержания фосфора в растениях всего на 0,1% в фазы кущения и трубкования и в соломе.

В условиях высокого содержания доступных соединений калия в светло-каштановых почвах короткостебельные сорта озимой ржи и ярового ячменя потребляют очень много этого элемента. С урожаем с удобренных вариантов калия выносятся больше, чем с неудоженных.

Исследования показали, что на орошаемых землях можно получать вдвое больше (6,0 т/га и выше) зерна озимой ржи, не уступающего по качеству выращенному в основных регионах возделывания этой культуры — северных и северо-западных районах на дерново-подзолистых почвах [4]. В зерне короткостебельного сорта Паллидум 90 при урожайности 5,3...

1. Содержание азота, фосфора и калия в сухом веществе растений озимой ржи и ярового ячменя в различные фазы развития, % (среднее за 1981—1983 годы)

Варианты опыта с нормами удоб- рений, рассчита- нными на планиру- емый урожай, т/га	Кущение			Трубкование			Колошение			Молочная спелость			Зерно			Солома		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Озимая рожь																		
Без удобрений	4,2	1,2	4,1	2,2	1,0	3,8	0,9	0,7	2,4	0,4	0,5	1,4	1,1	0,8	0,6	0,2	0,2	1,7
	4,2	1,2	4,5	2,6	1,2	4,4	1,1	0,7	2,9	0,4	0,4	1,4	1,4	0,8	0,6	0,3	0,2	1,8
	4,5	1,2	4,3	2,8	1,3	4,5	1,1	0,7	2,8	0,6	0,4	1,3	1,2	0,8	0,7	0,3	0,2	1,9
	4,4	1,2	4,6	2,5	1,1	4,7	1,1	0,8	3,0	0,6	0,4	1,5	1,2	0,8	0,7	0,3	0,2	2,1
Яровой ячмень																		
Без удобрений	3,4	1,3	6,3	2,3	1,0	4,5	1,5	0,8	2,8	1,2	0,5	2,1	1,5	0,8	0,6	0,5	0,2	2,8
	4,9	1,4	6,3	3,3	1,1	4,5	1,8	0,8	3,3	1,3	0,6	2,2	1,9	0,8	0,6	0,9	0,3	3,0
	3,9	1,3	5,5	2,6	1,0	4,2	1,6	0,8	3,1	1,4	0,6	1,8	1,8	0,8	0,6	0,7	0,2	3,2
	4,5	1,2	5,9	2,8	1,0	4,6	1,8	0,8	3,2	1,2	0,6	2,2	1,9	0,8	0,6	0,8	0,2	3,0

2. Вынос основных элементов питания урожаем
в расчете на 1 ц зерна
с соответствующим количеством соломы, кг
(средние данные за 1981—1983 гг.)

Озимая рожь				Яровой ячмень			
Варианты опы- та с нормами удобрений, рас- считанными на планируемый урожай, т/га	N	P	K	Варианты опы- та с нормами удобрений, рассчитанными на планиру- емый урожай, т/га	N	P	K
Без удобрений	1,8	1,3	4,7	Без удобрений	2,2	1,1	3,3
56	2,2	1,3	5,1	5а	2,7	1,1	3,1
66	2,0	1,3	5,2	56	2,5	1,0	3,4
76	2,0	1,3	5,4	66	2,8	1,1	3,3

5,7 т/га накапливалось 1,8...1,9% азота или 11,2...11,9% сырого протеина. Показатели по содержанию фосфора в зерне и соломе и калия в зерне мало отличались от средних статистических, а азота в соломе на 70...80% и калия — в 3,0...3,2 раза было больше.

Нормы удобрений удобнее рассчитывать с учетом выноса питательных веществ урожаем зерна с соответствующим количеством соломы. Как показали исследования (табл. 2), он почти не зависел от норм азотных удобрений и уровня урожайности, однако вынос азота и калия существенно отличался от среднестатистических данных [1—3].

Урожаем озимой ржи выносятся на 25...30% меньше азота, но в 1,5...2,0 раза больше калия. Вынос азота зерном ячменя находится в пределах средних статистических значений, а калия также в 1,5...2,0 раза больше.

Знание размеров потребления посевами из почвы доступных соединений азота, фосфора и калия необходимо для контроля их питания в течение вегетации и внесения соответствующих коррективов в программы формирования урожая. В наших опытах вынос растениями NPK был выше на вариантах с удобрением (табл. 3). Влияние увеличивающихся норм удобрений не всегда прослеживается. Четко выражено преобладание потребления калия у озимой ржи

3. Потребление азота, фосфора и калия растениями
в период вегетации и вынос урожаем, кг/га
(среднее за 1981—1983 гг.)

Варианты опыта с нор- мами удобре- ний, расче- танными на планируе- мый урожай, т/га	Кушение			Трубокование			Колошение			Молочная спелость			Зерно			Солома			Всего			
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	
Озимая рожь																						
Без удоб-	34	10	33	57	25	96	92	68	238	79	86	237	53	37	30	22	20	165	75	57	195	
рений 56	40	11	43	83	38	137	114	74	308	89	90	286	84	46	38	36	28	248	120	74	286	
66	54	13	52	94	45	150	108	69	278	120	77	223	77	48	43	40	33	278	117	81	321	
76	44	12	49	91	38	165	116	80	308	127	89	277	80	50	44	41	30	296	121	80	340	
Яровой ячмень																						
Без удоб-	41	15	76	59	23	112	72	40	146	124	55	220	81	42	33	22	9	124	103	51	157	
рений 5а	83	23	107	111	34	147	113	54	226	160	73	279	116	50	39	40	13	142	156	63	181	
56	54	18	77	86	32	135	90	36	152	166	72	221	105	47	38	34	10	151	139	57	189	
66	54	15	70	88	32	148	114	53	213	151	69	255	118	51	40	39	12	149	157	63	189	

с фазы трубкования, ячменя — с фазы кущения, что можно объяснить высоким содержанием его в светло-каштановых почвах и развитием механических тканей в укороченных стеблях растений. Несколько изменилось по сравнению с другими типами почв соотношение азота, фосфора и калия в урожае: у озимой ржи оно составляло 1,4...1,6: 1:3,9...4,2, ярового ячменя — 2,4...2,5: 1:2,9...3,3.

На вариантах с повышенными дозами удобрений, рассчитанными на получение 6...7 т/га зерна, растения усваивали азот в течение более длительного времени, чем на контроле (табл. 4).

Потребление азота растениями озимой ржи на контрольном варианте заканчивалось в фазу колошения, а на удобренных — молочной и полной спелости зерна. При этом и его потери были менее значительными. Максимум поглощения фосфора приходился на фазу молочной спелости, а калия — колошения (контроль и при внесении меньшей нормы удобрений) и на фазу спелости (при более высоких нормах).

На вариантах с удобрениями в фазу кущения растения потребляли азота в среднем около 40%, в фазу трубкования — 70...75, колошения — 90...95. На ранних этапах роста и развития растения медленно потребляли фосфор и калий, в период от трубкования до колошения — более интенсивно.

Усвоение элементов питания ячменем заканчивалось в фазу молочной спелости и было различным в течение вегетации. Потребление азота и калия в фазу кущения составляло 30...35, трубкования — 50...60, колошения — 70...80%. Фосфор усваивался несколько медленнее.

У обеих культур при выращивании на орошаемых землях наблюдалось уменьшение количества питательных элементов, отчуждаемых с урожаем, что объясняется потерями биомассы за счет отмирающих листьев, стеблей, растений, а также оттока элементов питания из надземной части в корни и почву.

Исследования показали, что при наличии в пахотном слое (0...25 см) 2,1...4,2 мг азота на 100 г почвы в зоне основного расположения корней (0...50 см) минерального азота содержалось 114...236, а в среднем — 176 кг/га (табл. 5). Половина этих запасов была израсходована за период всходы — трубкова-

4. Динамика выноса азота, фосфора и калия растениями, в % от максимального (в среднем за 1981—1983 гг.)

Варианты опыта с нормами удобрений, рассчитанными на урожай, т/га	Озимая рожь						Яровой ячмень					
	куше- ние	трубко- вание	колоше- ние	моло- дой	спелость	полная спелость	куше- ние	трубко- вание	колоше- ние	моло- дой	спелость	полная спелость
Азот												
Контроль	37	61	100	85	81	83	33	47	58	100	83	83
56	33	69	95	74	100	98	52	69	71	100	98	98
66	45	78	90	100	98	94	33	52	54	100	84	84
76	35	71	91	100	95	100	36	59	75	96	100	100
Фосфор												
Контроль	11	29	79	100	65	93	28	42	73	100	93	93
56	13	41	82	100	81	88	32	46	74	100	88	88
66	16	56	85	95	100	80	25	44	50	100	80	80
76	14	43	90	100	89	92	22	46	77	100	92	92
Калий												
Контроль	14	40	100	100	82	71	34	51	66	100	71	71
56	14	44	100	93	93	65	38	53	81	100	65	65
66	16	47	87	70	100	86	35	61	69	100	86	86
76	14	49	91	82	100	74	28	58	84	100	74	74

5. Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия в слое почвы 0...50 см, кг/га (среднее за 1981—1983 гг.)

Озимая рожь						Яровой ячмень									
плани- руемый урожай, т/га	сред- няя норма удоб- рений, кг/га	перед вспа- шкой	труб- кова- ние	коло- шение	молоч- ная спе- лость	по- сле- жид- кость	плани- руе- мый уро- жай, т/га	сред- няя норма удоб- рений, кг/га	перед вспахкой	при посеве	куще- ние	труб- кова- ние	коло- шение	мо- лоч- ная спе- лость	пол- ная спе- лость
Минеральный азот (NH ₄ + NO ₃)															
Контроль	—	176	92	67	58	61	Контроль	—	192	123	77	82	75	60	65
5	61	176	84	74	73	71	5а	104	192	146	91	77	69	69	76
6	95	176	87	85	77	81	5б	88	192	162	111	90	75	70	65
7	137	176	95	71	65	71	6б	138	192	139	119	95	87	77	69
P ₂ O ₅															
—	—	190	147	128	137	147	—	—	228	149	165	143	111	133	134
5	—	190	135	136	155	140	5а	93	228	149	207	172	215	193	189
6	—	190	147	126	173	137	5б	—	228	155	188	173	133	162	161
7	—	190	112	122	141	141	6б	—	228	177	218	186	138	177	234
K ₂ O															
—	—	1777	1896	1813	1978	1933	—	—	1994	2301	2236	2197	2127	2203	2237
5	—	1777	1879	1869	1937	1901	5а	—	1994	2151	2160	2228	2275	2320	2367
6	—	1777	1979	1863	2049	1929	5б	—	1994	2200	2260	2289	2084	2115	2078
7	19	1777	1871	1929	1973	1996	6б	62	1994	2207	2274	2219	2075	2204	2087

ние, а начиная с фазы колошения, содержание его в почве стабилизировалось и до конца вегетации на контрольном варианте оставалось на уровне 60...70 кг/га, а при внесении азотных удобрений независимо от нормы — 70...80. Дефицит минерального азота составлял 95...115 кг/га. Такая же закономерность прослеживалась в течение вегетации и на посевах ячменя.

Содержание P₂O₅ в почве за вегетационный период было различным, но не опускалось ниже 111 кг/га. По отношению к стартовому количеству (перед закладкой опытов) дефицит в фазу полной спелости зерна достигал 43...53 у озимой ржи и 60...90 кг/га у ярового ячменя. На варианте с систематическим внесением фосфорных удобрений в опытах с ячменем (вариант 5а) он был несколько меньше — 39 кг/га. При уборке урожая в почве оставалось 134...234 кг/га P₂O₅.

Содержание K₂O в период вегетации превышало исходные запасы и увеличивалось к периоду созревания урожая. Небольшие нормы калийных удобрений (60...70 кг/га), которые вносили в расчете на высокие урожаи, не оказывали существенного влияния на количество подвижного калия в почве.

Полученные нами данные не противоречат теоретическим положениям балансового метода расчета, который предусматривает использование из почвы азота, фосфора и калия, не снижая ее плодородия. При этом учитываются итоги динамических процессов в почве, при которых подвижные соединения пополняются за счет валовых запасов, утилизации микроорганизмов, растительных и пожнивных остатков и других источников.

На содержание подвижных форм питательных веществ существенное влияние оказывают температура и влажность почвы. Поливы зерновых колосовых культур прекращаются за 3...4 недели до уборки урожая. При повышенных температурах (более 25°C) почва пересыхает и биологические процессы в ней приостанавливаются. Рано весной при посеве ранних яровых и возобновлении вегетации озимых температура почвы составляет не более 5...7°C и биологическая активность ее невелика. В этих условиях химические анализы дают заниженные показатели содержания подвижных форм элементов питания.

6. Использование азота, фосфора и калия растениями из слоя почвы 0...30 см, %

Годы	Озимая рожь		Яровой ячмень		
	без удобрений	варианты опыта с расчетными нормами удобрений на урожай, т/га	без удобрений	варианты опыта с расчетными нормами удобрений на урожай, т/га	
		5 6		5а 5б 6	

Минеральный азот

1981	40,9	100
1982	81,4	100
1983	75,4	100
1981—1983	65,9	100
1982—1983	78,4	

P_2O_5

1981	17,9	23,4	25,3	46,1	—	46,5	33,3
1982	55,6	66,1	72,8	34,1	—	44,0	52,1
1983	40,8	61,0	68,6	60,0	—	—	—
1981—1983	38,1	50,1	55,5	46,1	—	46,5	33,3
1982—1983	48,2	63,5	70,7				

K_2O

1981	16,3	16,2	18,4	11,3	10,6	—
1982	18,9	29,2	33,6	7,8	11,7	17,7
1983	13,8	25,7	27,7	10,1	14,3	15,9
1981—1983	16,3	23,7	26,5	9,7	12,2	16,8
1982—1983	16,3	27,4	30,6			

Расчеты коэффициентов использования питательных веществ из почвы были проведены на вариантах без внесения соответствующих удобрений (табл. 6).

В среднем за 1981—1983 гг. растения озимой ржи потребляли из почвы 65,9% минерального азота. Без учета данных 1981 года, когда из-за полегания не были полностью реализованы возможности формирования урожая, этот показатель приближался к 80%. Его нужно использовать в расчетах. Коэффициенты усвоения P_2O_5 и K_2O из почвы повышаются с увеличением нормы азотных удобрений, а поэтому рекомендуем применять в расчетах самые высокие из них — соответственно 70 и 30%.

Растения яровой ячменя полностью усваивают из

7. Использование растениями азота из азотных удобрений, %

Годы	Озимая рожь			Яровой ячмень		
	Варианты опыта с расчетными нормами удобрений на планируемый урожай, т/га					
	5б	6б	7б	5а	5б	6б
1981	100	61,2	30,9	56,8	48,7	35,3
1982	46,5	39,8	32,0	65,8	45,0	35,0
1983	63,6	40,5	38,0	30,6	28,6	48,8
1981—1983	70,0	47,1	33,6	51,0	40,7	39,7
1982—1983	55,0	40,1	35,0	—	—	—

почвы минеральный азот, на 43...47% — подвижные соединения фосфора и всего на 10...17% — калия.

Для расчетов обычно берутся усредненные показатели, поэтому рекомендуем считать коэффициент усвоения азота, фосфора и калия из почвы для короткостебельных сортов ячменя соответственно 100, 45 и 15%. Коэффициенты использования растениями азота из азотных удобрений показаны в таблице 7.

За годы исследований прослеживалась общезвестная закономерность снижения коэффициента использования питательных веществ с увеличением нормы удобрений. Поскольку последние отличались по годам, целесообразно рассмотреть степень усвоения азота в зависимости от конкретных норм удобрений. Так, при внесении $N_{63...65}$ под озимую рожь процент усвоения составлял 46,5...61,2, $N_{91...95}$ — 39,8...63,6, $N_{120...160}$ — 30,9...40,5. Ориентируясь на средние нормы внесения азотных удобрений (60...90 кг/га), в расчетах пользоваться следует коэффициентом 50%.

Яровым ячменем при нормах внесения $N_{70...120}$ из азотных удобрений усваивается 45...47% азота, при более высоких нормах — до 40%.

Нами не установлено количество фосфора, потребляемого из фосфорных удобрений, и калия из калийных, поскольку они вносились эпизодически. Считаем возможным применение при расчетах норм удобрений коэффициентов, полученных нами ранее (30% для фосфора и 70 — для калия), т. к. при этом обеспечивалось получение 5,5...6,2 т/га зерна.

Итак, на основании проведенных исследований мы получили данные (табл. 8) о содержании азота,

8. Содержание азота, фосфора и калия в растениях и почве при выращивании озимой ржи и ярового ячменя на орошаемых светло-каштановых почвах

Фазы роста и развития	Элементы питания	В сухом веществе растений, %		В слое почвы 0...50 см, кг/га	
		озимая рожь	яровой ячмень	озимая рожь	яровой ячмень
Кущение	Азот	4,2...4,5	3,9...4,5	—	91...119
	Фосфор	1,2	1,2...1,4	—	118...218
	Калий	4,3...4,6	5,5...6,3	—	2250
Трубкавание	Азот	2,5...2,8	2,6...3,3	84...95	77...95
	Фосфор	1,1...1,3	1,0...1,1	112...147	172...186
	Калий	4,4...4,7	4,2...4,6	1880	2200
Колошение	Азот	1,1	1,6...1,8	71...85	69...87
	Фосфор	0,7...0,8	0,8	122...136	133...215
	Калий	2,8...3,0	3,1...3,3	1900	2100
Молочная спелость	Азот	0,4...0,6	1,2...1,4	65...77	69...77
	Фосфор	0,4	0,6	141...173	162...193
	Калий	1,3...1,5	1,8...2,2	2000	2300
Полная спелость	Азот	1,2...1,4	1,8...1,9	71...81	65...76
	Фосфор	0,6	0,8	137...141	161...234
	Калий	0,6...0,7	0,6	1900	2400
Солома Зерно	Азот	0,3	0,7...0,9	—	—
	Фосфор	0,2	0,2...0,3	—	—
	Калий	1,8...2,1	3,0...3,2	—	—

9. Параметры расчета норм минеральных удобрений

Показатели	Озимая рожь			Яровой ячмень		
	N	P	K	N	P	K

Вынос 1 ц зерна с соответствующим количеством соломы, кг

1,95 1,33 5,18 2,53 1,04 3,43

% использования из почвы

80 70 30 100 45 15

% использования из минеральных удобрений

50 30 70 45 30 70

фосфора и калия в почве и растениях озимой ржи и ярового ячменя в период вегетации и в урожае при выращивании на орошаемых светло-каштановых почвах, которыми следует пользоваться для коррекции питательного режима растений.

Для расчета норм удобрений на запланированный урожай необходимо использовать параметры, представленные в таблице 9.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефимов В. Н., Донских И. Н., Сеницын Г. И. Система применения удобрения.—М.: Колос, 1974.
2. Зиганшин А. А., Шарифуллин Л. Р. Озимая рожь.—М.: Россельхозиздат, 1981.
3. Научные основы использования удобрений в орошаемом земледелии / Под ред. Е. И. Столыпина.—Волгоград, 1979.
4. Толстоусов В. П. Удобрения и качество урожая.—М.: Колос, 1974.

ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ОРОШАЕМЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

В. Г. БОКАРЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук,
В. Н. РАЙКОВ, Э. В. КАМЕНСКАЯ

Ершовская ОСОЗ

Оптимизация минерального питания орошаемых зерновых культур предполагает решение следующих взаимосвязанных задач:

в соответствии с эффективностью удобрений выделить диагностические группировки почв по содержанию доступных питательных веществ и разработать достаточно точные и удобные для условий производства методы расчета оптимальных годовых доз удобрений;

выявить особенности минерального питания при формировании высококачественного зерна;

определить оптимальные сроки и способы внесения удобрений;

с учетом величины и качества урожая установить оптимальные параметры химического состава растений по отдельным периодам роста и развития для контроля и регулирования минерального питания в течение вегетации.

При расчете доз удобрений методом элементарного баланса на основе усредненных коэффициентов использования (КИ) растениями питательных веществ из почвы и удобрений фактически допускается, что они существенно не зависят от уровня содержания питательных веществ и величины расчетного слоя почвы, видов и доз удобрений, величины и качества урожая, биологических и агротехнических особенностей культур или изменяются пропорционально изменению этих факторов. Однако эти допущения экспериментально не обоснованы и противоречат действительности. Основная причина несостоятельности этого балансового метода, по данным наших многолетних исследований, состоит в том, что взаимосвязи

между содержанием в почве питательных веществ и дозами применяемых удобрений, с одной стороны, выносом питательных веществ урожаями и их КИ из почвы и удобрений, с другой стороны, в целом характеризуются четко выраженными прямыми или обратными нелинейными зависимостями. Именно такой характер взаимосвязей приводит к тому, что при каждом существенном количественном и качественном изменении факторов (содержание в почве питательных веществ, видов и доз удобрений, величины и качества урожая и т. д.) необходимо вводить многочисленные поправки, отражающие изменчивость коэффициентов. Выполнить эти условия в полной мере практически невозможно. Но даже при частичном их осуществлении и без того многоступенчатый, избыточный различными условностями балансовый метод становится непомерно громоздким и неприемлемым.

Теоретически при использовании одних и тех же исходных данных методически правильно поставленных полевых опытов различные методы расчета годовых доз дают близкие результаты. Соответствие расчетной и фактической потребности в удобрениях определяется тем, насколько полно и объективно экспериментальные данные отражают реальные количественные и качественные взаимосвязи между факторами жизни растений. Истинность этого теоретического положения подтверждается практическими расчетами по данным многочисленных, в том числе и наших полевых опытов в геосети ВИУА. Поэтому задача фактически состоит, во-первых, в том, чтобы в каждой зоне иметь необходимое количество полевых диагностических опытов с возрастающими через определенный интервал дозами удобрений и изменяющимся в них соотношением питательных веществ. Во-вторых, в соответствии с выявленными в опытах закономерностями и достигнутой точностью разработать достаточно точные и удобные для условий производства методы расчета годовых доз удобрений.

В табл. 1 и 2 представлены экспериментально установленные диагностические группировки почв по содержанию нитратного азота и подвижного фосфора и дана потребность в соответствующих удобрениях для получения различных уровней продуктивности орошаемых озимой, яровой пшеницы и проса. Не-

1. Годовые дозы азотных удобрений в зависимости от величины урожая и содержания в почве нитратного азота

Урожай зерна, т/га	Годовые дозы азотных удобрений (кг/га д. в.) при содержании в слое почвы 0...40 см N—NO ₃ мг/кг			
	<15	15...25	26...35	35
2,0...2,5	0	0	0	0
2,5...3,0	60	0	0	0
3,5...4,0	90	0	0	0
4,0...4,5	120	60	0	0
4,5...5,0	150	90	60	0
5,0...5,5	180	120	90	0
5,5...6,0	210	150	120	60

2. Годовые дозы фосфорных удобрений

Урожай зерна, т/га	Годовые дозы фосфорных удобрений в д. в. при содержании подвижных фосфатов в слое 0...30 см, мг/кг			
	<15		15...25	
	кг на 1 т	кг на 1 га	кг на 1 т	кг на 1 га
2,5...3,0	15...16	40...45	11	0
3,5...4,0	15...16	55...60	11	40...45
4,5...5,0	15...16	70...80	11	50...55
5,5...6,0	15...16	85...90	11	60...65

обходимость таких разработок вызвана тем, что существующие диагностические группировки почв определены с учетом прежде всего удобств при крупномасштабном агрохимическом картировании.

Низкое и среднее содержание нитратного азота (менее 15 и 15...25 мг/кг) наиболее типично для современных орошаемых почв. Особенно сильно и устойчиво действие азотных удобрений на величину и качество урожая зерна. Высокое и очень высокое содержание минерального азота в почве наблюдается при внесении в предыдущие годы больших доз органических и минеральных удобрений и плохом их использовании растениями. Азотные удобрения здесь в основном повышают качество зерна и в меньшей степени величину урожая.

По нашим экспериментальным данным, для полу-

чения 4,0...4,5 т/га высококачественного зерна яровой пшеницы и проса, размещенных по пласту люцерны, азотные удобрения не требуются. Пластовая озимая пшеница формирует урожай зерна до 5,5...6,0 т/га. При этом азотные удобрения нужны в основном для повышения его качества.

Высокий и стабильный эффект от фосфорных удобрений с хорошей окупаемостью затрат проявляется только на почвах с низким (менее 15 мг/кг) содержанием подвижных фосфатов. Установленные экспериментальным путем оптимальные годовые дозы фосфорных удобрений на этих почвах возмещают вынос фосфора урожаями примерно на 130%, что обеспечивает не только формирование плановых урожаев, но и повышение фосфатного уровня этих слабокультуренных почв.

На почвах со средним содержанием подвижных фосфатов (15...25 мг/кг) эффективность фосфорных удобрений в целом низкая и по годам неустойчивая. Для гарантированного получения высоких урожаев зерна и сохранения достигнутого фосфатного уровня на таких почвах достаточно создавать уравновешенный баланс фосфора. При содержании в почве подвижных фосфатов 26...35 мг/кг и более и урожае зерна до 6 т/га фосфорные удобрения уже не дают достоверного эффекта, поэтому применять их экономически нецелесообразно.

На степных почвах тяжелого мехсостава, всегда имеющих высокие запасы валового и обменного калия, даже при урожае зерна порядка 5...6 т/га оправдано применение лишь поддерживающих доз калия (40...60 кг) для предохранения от быстрого истощения калийного потенциала орошаемых почв.

Изучение особенностей минерального питания показало, что в пределах сорта из всех агротехнических факторов решающее влияние на качество зерна оказывают влагообеспеченность и азотное питание растений. Во всех случаях высококачественное по технологическим свойствам зерно пшеницы формируется лишь при создании такого уровня азотного питания, когда продуктивность растений от дополнительного внесения азотных удобрений возрастает слабо или совсем не изменяется.

По данным табл. 3, на слабокультуренных почвах при годовой дозе N₁₂₀ рассчитывать на получение

3. Взаимосвязь между уровнем азотного питания, урожаем и качеством зерна озимой пшеницы на орошаемых темно-каштановых почвах с низким содержанием минерального азота
(предшественник — яровая пшеница)

Годовая доза азота на фоне $P_{90}K_{40}$	Урожай зерна, т/га	Содержание протеина на абсолютно сухое вещество, %	Содержание сырой клейковины, %	
			в зерне	в муке 70% выхода
120	3,25	12,71	27	30
	5,00	11,60	26	28
	3,61	14,25	29	35
150	4,06	14,26	28	34
	5,76	11,68	27	30
240	4,33	15,57	32	36
	5,96	13,28	30	34
300	4,64	18,07	38	46
	6,08	14,98	32	38

зерна озимой пшеницы с высоким качеством можно лишь при урожаях до 3,0 т/га, при N_{150} —3,5...4,0 т и только с увеличением годовой дозы до N_{240} , когда продуктивность возрастает очень слабо (с 5,76 до 5,96 т) — до 6,0 т/га. Балансовые расчеты по этим и другим опытам с привлечением всех контролируемых статей прихода и расхода показывают, что зерно пшеницы с высоким содержанием протеина и клейковины формируется только при положительном балансе азота. Но оптимальные годовые дозы азотных удобрений для создания такого баланса зависят от обеспеченности почв минеральным азотом, величины и качества урожая зерна.

Поздние, особенно некорневые подкормки, не оказывая, как правило, существенного влияния на продуктивность, повышают содержание протеина в зерне максимум на 0,5...1,0, сырой клейковины — на 2...4%. Поэтому использование их оправдано только при условии, если в предыдущие периоды вегетации был достаточно высокий уровень азотного питания, и зерно требуется лишь немного довести до стандарта на сильную мягкую или классную твердую пшеницу.

Применение под зерновые культуры фосфорных удобрений в дозах, превышающих оптимальные (табл. 2), ведет к резкому повышению концентрации фосфора в зеленой массе и зерне. При этом урожайность почти не изменяется, а затраты фосфора на

создание единицы продукции возрастают, технологические свойства продовольственного зерна часто ухудшаются.

Физиологические и биохимические процессы роста и развития растений необратимы. Поэтому для получения высоких и устойчивых урожаев зерна с хорошим качеством при любых сроках и способах внесения удобрений необходимо в течение всего периода накопления биомассы, вплоть до окончания налива зерна, обеспечить растениям непрерывный и достаточно высокий уровень минерального и водного питания.

Учитывая низкий гидромодуль и большие нагрузки на поливные машины на действующих оросительных системах, возможное несовпадение проектных сроков полива с оптимальными сроками внесения удобрений, от 40 до 70% годовой дозы азотных удобрений надо внести осенью и весной до начала интенсивного роста, остальную часть — в вегетационные подкормки.

Вследствие слабой подвижности фосфора в почве и плохой его позиционной доступности корням для создания необходимого уровня фосфорного и калийного питания следует всю дозу удобрений заделывать в корнеобитаемый слой. При наличии водорастворимых форм фосфорных туков фосфор можно довести весной гидроподкормщиком с первым поливом.

Как показали многолетние исследования, при применении оптимальных доз фосфорных и поддерживающих доз калийных удобрений фосфора и калия в тканях растений содержится в нужном количестве, поэтому контроль за условиями фосфорно-калийного питания зерновых культур в течение вегетации не требуется.

Учитывая недостаточную степень надежности современных методов прогноза одновременно величины и качества урожая только по содержанию минерального азота в почве, а также неизбежность значительных потерь его при внесении задолго до посева больших доз удобрений и загрязнений ими окружающей среды, годовые дозы азотных удобрений в табл. 1 рассчитаны в основном на формирование плановых урожаев с удовлетворительным качеством зерна. Для гарантированного получения не только заданной урожайности, но и качества зерна необходимо методами

растительной диагностики контролировать, а внесением дополнительных подкормок регулировать азотное питание по фазам роста и развития зерновых культур.

При обработке данных полевых диагностических опытов найдена тесная положительная взаимосвязь между содержанием общего азота в тканях вегетирующих растений, с одной стороны, величиной и качеством урожая, с другой стороны: для озимой пшеницы — соответственно $r = +0,85...0,95 \pm 0,17...0,9$, яровой — $r = +0,57...0,92 \pm 0,26...0,03$. Это позволяет по данным химического анализа растений контролировать условия их азотного питания, устанавливать потребность в дополнительных подкормках, прогнозировать возможный урожай зерна и его качество.

Рассмотрим технологию оптимизации азотного питания по конкретным зерновым культурам.

Озимая пшеница. 5...6 т/га зерна можно получить только при благоприятной перезимовке (не менее 500 шт./м² здоровых растений) и интенсивном режиме орошения. Для избежания отрицательного действия высокого уровня азотного питания на зимостойкость растений осенью, после влагозарядки, под предпосевную культивацию вносят не более N_{60...90}, остальную часть годовой дозы (оставив N₃₀ в позднюю подкормку) — весной самолетом, зерновыми сеялками поперек рядков или гидроподкормщиками.

В дополнение к растительной диагностике по химическому анализу целых растений или их органов (табл. 4) в середине фазы трубкования (после появления третьего междоузлия) уровень азотного питания оценивается методом стеблевой диагностики. Для условий орошения при оценке не ниже 5,5 балла требуется проведение только поздней подкормки.

Если содержание общего азота в растениях ниже необходимых уровней (табл. 4), то проводят дополнительные подкормки за счет увеличения годовых доз азота. До конца фазы трубкования доза каждой дополнительной подкормки N_{35...45}. На нормально развитых, с оптимальной густотой стояния посевах более низкие дозы не обеспечивают необходимого изменения концентрации азота в тканях растений. При более высоких дозах возможно раннее и сильное полегание даже обработанных ретардантом посевов.

4. Прогноз величины и качества урожая зерна орошаемой пшеницы в зависимости от содержания общего азота в тканях растений

Содержание N, % на абсолютно сухое вещество				Содержание в зерне, %	
целые растения		колошение		протеина на абсолютно сухое вещество	сырая клейковина 1—II группы качества
кущение	трубкование	целые растения	верхние листья	урожай, зерна, т/га	
Озимая пшеница					
1,9...2,5	1,4...2,0	1,0...1,2	1,3...1,7	2,8...3,1	21...22
2,6...3,1	2,1...2,4	1,3...1,6	1,8...2,9	3,2...4,1	23...27
3,2...3,5	2,5...2,8	1,6...1,9	3,0...4,0	4,2...5,0	27...31
3,6...4,0	2,8...3,3	2,0...2,1	4,1...4,4	5,1...5,4	32...33
3,6...4,0	3,4...3,8	2,1...2,3	4,5...4,7	5,5...6,0	33...34
Яровая пшеница					
3,0...3,5	2,6...3,0	1,1...1,3	3,5...3,8	3,5...3,6	25...28
3,0...3,5	3,1...3,3	1,4...1,6	3,8...4,0	3,7...3,8	28...30
3,6...4,5	3,4...3,6	1,7...2,0	4,0...4,2	3,8...3,9	30...32
3,6...4,5	3,7...4,0	2,1...2,2	4,2...4,5	3,9...4,0	32...34
3,6...4,5	4,1...4,5	2,2...2,3	4,6...4,8	4,0...4,1	34...36

Поздние азотные подкормки (колошение — начало налива зерна) оправданы на нормально развитых, здоровых и неполегших посевах при содержании в верхних листьях в фазу колошения не менее 3,5...4,0% общего азота. Поздние корневые подкормки ($N_{30...40}$ мочевины) вносят гидроподкормщиком, в крайнем случае — сухие туки самолетом непосредственно перед поливом. Поздние некорневые подкормки (N_{30} мочевины) более эффективны, но преимущество их проявляется только при внесении наземным способом в утренние и вечерние часы с расходом жидкости 500...600 л/га.

Яровая пшеница. На посевах районированными сортами можно рассчитывать на урожай зерна не более 4,0...4,5 т/га. При благоприятном мелиоративном состоянии почвы основную часть годовой дозы, оставив N_{30} в позднюю подкормку, вносят осенью под вспашку или весной под культивацию самолетом, тулкоразбрасывателем или гидроподкормщиком с первым и вторым поливами. При близком залегании верховодки и на дренированных почвах большие годовые дозы азота вносят не менее трех раз (перед посевом, в фазу трубкования и в позднюю подкормку), $N_{60...90}$ — дважды: $N_{30...60}$ — до посева и N_{30} — в позднюю подкормку.

Условия азотного питания яровой пшеницы в течение вегетации по данным химанализа и стеблевой диагностики (оптимум 5,5 балла) оценивают так же, как и на посевах озимой пшеницы. Методика проведения дополнительных (сверх годовой дозы) и поздних подкормок такая же, как и на озимой пшенице.

Просо. При ранних сроках сева основную часть годовой дозы азотных удобрений вносят осенью, при поздних — весной перед посевом. При наличии верховодки и на дренированных почвах примерно половину дозы вносят перед посевом, остальную часть — в одну-две вегетационные подкормки самолетом непосредственно перед поливом или гидроподкормщиком.

Для гарантированного получения заданной величины и качества урожая необходимо по данным химанализа целых растений или их органов контролировать условия азотного питания в течение вегетации (табл. 5). Полегание проса не только стеблевое, но и прикорневое, поэтому обработка посевов ретарданта-

5. Прогноз величины и качества урожая зерна орошаемого проса в зависимости от содержания общего азота в тканях растений

3...4 листа, целые растения	Содержание N, % на абсолютно сухое вещество				Урожай зерна, т/га
	начало трубкувания		выбрасывание метелки		
	листья	целые растения	листья	целые растения	
3,0...3,5	2,6...3,0	1,9...2,5	2,7...2,9	1,6...1,8	8,5...9,5 3,5...4,0
3,0...3,5	3,2...3,5	2,2...2,6	3,0...3,2	1,9...2,2	10,5...11,0
		2,8...3,0	3,3...3,4	2,2...2,5	11,5...12,5
		3,2...3,5	3,6...3,9	2,6...3,2	12,5...13,0 4,5...5,0

ми неэффективна. Учитывая это, дозы дополнительных азотных подкормок, необходимость которых устанавливают по данным химанализа растений (табл. 5), составляют не более 30 кг/га.

Разработанные агрохимические модели питания растений достоверно отражают реальное состояние посевов только при соблюдении всего комплекса агротехнических мероприятий. Важнейшие из них: создание оптимальной или близкой к ней густоты стояния растений, близкого к оптимальному уровню режима орошения, необходимого уровня минерального питания, прежде всего азотного, в течение всего периода накопления биомассы, достаточно эффективная защита растений и др. При грубом нарушении технологии возделывания сельскохозяйственных культур достоверность прогнозов резко снижается.

УДК 633.255:631.6:631.8

ОПТИМИЗАЦИЯ СООТНОШЕНИЯ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ УРОЖАЕВ СИЛОСНОЙ КУКУРУЗЫ

Л. Д. КОЗЬМЕНКО, А. И. АГАРКОВ,
кандидаты сельскохозяйственных наук,
Н. В. КОТЕГОРЕНКО

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

Площадь посевов кукурузы на орошаемых землях в Волгоградской обл. к 1990 г. планируется довести до 100 тыс. га, а урожайность зеленой массы — до 32,4 т/га. Потенциальные возможности этой культуры — 100...120 т/га и более. Для получения такой урожайности необходимо выполнять комплекс агротехнических мероприятий по подбору высокопродуктивных гибридов, размещению посевов по лучшим предшественникам, оптимизации водного и питательного режимов почвы, защите посевов от сорняков, вредителей и болезней, использованию высокопроизводительных машин и механизмов. В связи с этим нами в ОПХ «Орошаемое» ВНИИОЗ заложен трехфакторный опыт с районированным гибридом Крас-

нодарский 440 МВ (табл. 1, 2). Задача исследований — изучить влияние водного и пищевого режимов почвы, густоты стояния растений на их фотосинтетическую деятельность, потребление и вынос элементов питания, динамику влажности почвы, продуктивность, структуру и кормовую ценность зеленой массы кукурузы для обоснования количественных сочетаний факторов при получении заданных уровней урожайности в конкретных почвенно-климатических условиях.

Одно из важнейших условий интенсивного образования органического вещества — оптимальное снабжение растений оросительной водой. В зависимости от складывающихся погодных условий поддержание заданного порога увлажнения требует различного количества поливов. Так, за вегетационный период 1985 г. выпало 144,4 мм осадков, 1987 — 136,3. Для поддержания порога влажности не ниже 60% НВ в обоих случаях потребовалось провести по одному поливу, 70 — соответственно два и три, 80% НВ — пять и шесть (три в период вегетационного роста, один — в фазу выметывания метелки, один или два — формирование — молочная спелость зерна), на варианте с дифференцированным режимом орошения — три и четыре (один или два в конце вегетативного роста и по одному в фазу выметывания метелки и формирования зерна). Поливные нормы, определенные с учетом предполивной влажности почвы в слое 0...0,7 м и потерь воды на испарение, при нижнем пороге влажности 60% НВ составляли 940, 70% НВ — 700, 80% НВ — 470 м³/га.

Как видно из таблицы 2, на всех уровнях влажности, за исключением 60% НВ, наибольший (43,2...59,2) процент от суммарного водопотребления составляет оросительная норма при наименьших (7,0...21,3) процентах потребления почвенной влаги. Наиболее полное использование ее и выпавших осадков — при поддержании предполивного порога влажности почвы 60% НВ — 35,7 и 40,2%. На этом варианте потребление почвенной влаги растениями увеличивается на 958 м³/га по сравнению с режимом орошения 80% НВ, а экономия оросительной воды равна 1616 м³/га. Но при этом резко снижается продуктивность посевов (табл. 3).

Исследования показали, что норма вносимых

1. Схема полевых опытов

Вариант опыта по		Виды, дозы и сроки внесения удобрений, кг/га д. в.		Подкормка в фазу (кг/га д. в.)	Программа урожайности, т/га
водному режиму почвы, % НВ	норме внесения удобрений, кг/га д. в.	1985	1987		
Без оро- шения (контроль)	Без удобрений	Без удобрений	Без удобрений	—	—
	$N_{43}P_{25}K_{14}$	$N_{56}P_{12}K_{18}$	$N_{56}P_{12}K_{18}$	—	20
	Без удобрений	Без удобрений	Без удобрений	—	—
	$N_{130}P_{75}K_{42}$ $N_{173}P_{100}K_{56}$ $N_{216}P_{125}K_{70}$	$N_{112}P_{24}K_{36}$ $N_{168}P_{36}K_{54}$ $N_{224}P_{48}K_{72}$ $N_{280}P_{60}K_{90}$ 100 т/га навоза + N_{130}	$N_{67}P_{24}K_{36}$ $N_{78}P_{36}K_{54}$ $N_{134}P_{48}K_{72}$ $N_{145}P_{60}K_{90}$ 100 т/га навоза + N_{40}	N_{45} N_{45} N_{45} N_{45} N_{45}	40 60 80 100 100
70	Без удобрений	Без удобрений	Без удобрений	—	—
	$N_{130}P_{75}K_{42}$ $N_{173}P_{100}K_{56}$ $N_{216}P_{125}K_{70}$	$N_{112}P_{24}K_{36}$ $N_{168}P_{36}K_{54}$ $N_{224}P_{48}K_{72}$ $N_{280}P_{60}K_{90}$ 100 т/га навоза + N_{130}	$N_{67}P_{24}K_{36}$ $N_{78}P_{36}K_{54}$ $N_{134}P_{48}K_{72}$ $N_{145}P_{60}K_{90}$ 100 т/га навоза + N_{40}	N_{45} N_{45} N_{45} N_{45} N_{45}	40 60 80 100 100

Продолжение схемы

Вариант опыта по		Виды, дозы и сроки внесения удобрений, кг/га д. в.		Подкормка в фазу (кг/га д. в.)	Програм- мируемая урожа- иость, т/га
водному режиму почвы, % НВ	норме внесения удобрений, кг/га д. в.	1985	1987		
70...80...70	Без удобрений	Без удобрений	Без удобрений	—	—
	$N_{130}P_{75}K_{42}$ $N_{173}P_{100}K_{56}$ $N_{216}P_{125}K_{70}$	$N_{112}P_{24}K_{36}$ $N_{168}P_{36}K_{54}$ $N_{224}P_{48}K_{72}$ $N_{280}P_{60}K_{90}$ 100 т/га навоза + N_{130}	$N_{67}P_{24}K_{36}$ $N_{78}P_{36}K_{54}$ $N_{134}P_{48}K_{72}$ $N_{145}P_{60}K_{90}$ 100 т/га навоза + N_{40}	N_{45} N_{45} N_{45} N_{45} N_{45}	40 60 80 100 100
	Без удобрений	Без удобрений	Без удобрений	—	—
	$N_{130}P_{75}K_{42}$ $N_{173}P_{100}K_{56}$ $N_{216}P_{125}K_{70}$	$N_{112}P_{24}K_{36}$ $N_{168}P_{36}K_{54}$ $N_{224}P_{48}K_{72}$ $N_{280}P_{60}K_{90}$ 100 т/га навоза + N_{130}	$N_{67}P_{24}K_{36}$ $N_{78}P_{36}K_{54}$ $N_{134}P_{48}K_{72}$ $N_{145}P_{60}K_{90}$ 100 т/га навоза + N_{40}	N_{45} N_{45} N_{45} N_{45} N_{45}	40 60 80 100 100

2. Водопотребление кукурузы, м³/га (в среднем за 1985, 1987 гг.)

Режим орошения, % НВ	Планируемая урожайность, т/га	Густота стояния растений, тыс./га	Использование почвенной влаги W	Оросительная норма (М), нетто	Суммарное водопотребление (Е)	В % от Е		Коэффициент водопотребления (Кв)
						W	атмосферные осадки	
По режимам орошения								
80	60	90	289	2457	4149	7,0	33,8	59,2
70...80...70			623	1823	3849	16,2	36,4	47,4
70			841	1707	3951	21,3	35,5	43,2
60			1247	841	3491	35,7	40,2	24,1
По уровню минерального питания								
70...80...70	80	90	697	1823	3923	17,8	35,8	46,4
	60		623	1823	3849	16,2	36,4	47,4
	40		669	1823	3895	17,2	36,0	46,8
	Контроль		587	1823	3813	15,4	36,8	47,8
По густоте стояния растений								
70...80...70	60	70	502	1823	3728	13,5	37,6	48,9
		90	623	1823	3849	16,2	36,4	47,4
		110	683	1823	3909	17,5	35,9	46,6

3. Продуктивность посевов силосной кукурузы, т/га (средняя за 1985, 1987 гг.)

Режим орошения, % НВ	Густота стояния растений, тыс./га	Планируемая урожайность, т/га			
		80	60	40	—
80	70	61,6	59,3	57,6	43,8
	90	67,7	63,3	58,7	42,8
	110	71,7	64,3	64,3	40,9
	70	59,1	53,7	53,7	47,7
70...80...70	90	63,0	57,7	56,3	45,3
	110	62,0	57,3	57,3	47,9
	70	52,4	53,0	43,8	39,3
	90	58,1	56,0	44,7	39,3
70	110	55,7	50,9	42,6	38,7
	70	35,3	38,5	33,4	31,0
	90	41,5	44,0	42,3	30,2
	110	38,5	39,9	40,3	30,7

удобрений незначительно (в пределах 1...2%) влияет на элементы структуры водопотребления, т. е. суммарное водопотребление увеличивается только на 110 м³/га по отношению к контролю за счет более эффективного использования почвенных запасов влаги.

Зависимость водопотребления от густоты стояния растений, установленная при режиме орошения 70...80...70% НВ и расчетной норме удобрений на планируемый урожай зеленой массы 60 т/га, свидетельствует, что повышение использования почвенной влаги (в опытах на 181 м³/га) достигается при увеличении плотности посевов до 110 тыс./га. Однако не всегда прослеживается столь же четкая зависимость в их продуктивности (табл. 3). Наиболее эффективное расходование влаги было в варианте с густотой 90 тыс. растений на гектар, где коэффициент водопотребления составил 66,7. Таким образом, в варианте водного (70...80...70% НВ) и питательного (при внесении дозы удобрений на планируемый урожай 60 т/га) режимов почвы оптимальной можно считать именно эту густоту.

При поддержании влажности почвы не ниже 60% НВ урожайность кукурузы была наименьшей. При низкой водообеспеченности менее эффективным было и внесение удобрений. Максимальная продуктив-

ность кукурузы получена при поддержании нижнего порога влажности активного слоя почвы 80% НВ.

Как показывают данные таблицы, урожайность может быть одинаковой при различном сочетании водного и пищевого режимов почвы. Так, для формирования урожая зеленой массы кукурузы 40 т/га достаточно поддерживать предполивной порог влажности в период вегетации на уровне 60% НВ, т. е. дав в условиях средневлажного года один полив нормой 850...950 м³/га за две недели до выметывания метелки (в период появления 11-го листа). Густота стеблестоя при этом не должна быть менее 90 тыс. раст./га. Для формирования данной урожайности необходимо внесение N_{112...130}, P_{24...75}, K_{36...42}.

Увеличение продуктивности посевов силосной кукурузы до 60 т/га достигается увеличением предполивного порога влажности до 70% НВ (3 полива нормой 700 м³/га при внесении N_{216...224}, P_{50...100}, K_{70...75}). Такая же урожайность этой культуры может быть и при N_{168...173}, P_{40...100}, K₅₆, но для этого необходимо увеличить количество поливов: два нормой 700 м³/га провести до появления 11-го листа и столько же по 470 м³/га в период от выметывания метелки до молочной спелости зерна.

В 1987 году на опытном поле была получена урожайность зеленой массы 80,4 т/га на варианте с режимом орошения 80% НВ и внесением органических и минеральных удобрений (100 т/га навоза + N₁₃₀).

УДК 631.559:633.15+633.11

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Г. Н. ГАСАНОВ, доктор сельскохозяйственных наук,

Г. Р. ГАСАНБЕКОВ, Г. Н. ШАХБАЗОВ, кандидаты
сельскохозяйственных наук

Дагестанский НИИСХ

В условиях равнинной орошаемой зоны Дагестанской АССР приход ФАР за вегетационный период кукурузы (с мая по сентябрь), по многолетним дан-

ным, составляет 3,42, озимой пшеницы — 3,5 млрд ккал/га. При коэффициенте ее использования, равном 3%, растения кукурузы могут накопить 102,6...105,0 млн килокалорий энергии, то есть сформировать 25...26 т/га сухой биомассы. Если принять, что в надземной массе кукурузы на долю зерна приходится 40%, то потенциальный уровень урожайности равен 10...11 т зерна. Близкой к этой может быть и урожайность озимой пшеницы. В настоящее время этими культурами используется лишь 0,4...0,5% ФАР.

Возможность получения запрограммированных урожаев кукурузы и озимой пшеницы нами изучалась при различных фонах питания, способах полива и режимах орошения, выборе наиболее продуктивных сортов и гибридов и различном размещении растений этой культуры.

Исследования проводили в Хасавюртовском ОПХ на типичных для равнинной зоны республики лугово-каштановых тяжелосуглинистых почвах в течение 1980—1985 гг.

Нормы удобрений рассчитывали балансовым методом по выносу питательных веществ растениями на основе коэффициентов использования их из почвы и удобрений из расчета получения 6,0, 8,0 и 10,0 т/га зерна кукурузы и 4,0, 5,5, 7,0 т/га озимой пшеницы. С учетом этого под кукурузу была внесена аммиачная селитра — соответственно 4,6, 7,5, 10,5 ц/га, калийная соль — 0,6, 2,7, 4,2, под озимую пшеницу — аммиачная селитра — 4,3, 6,0, 7,6, гранулированный суперфосфат — 4,8, 7,6, 9,6, калийная соль — 1,8, 1,4, 1,8.

Установлено, что потенциальная продуктивность среднеранних гибридов (Кубанский 275) при применяемой в настоящее время ширине междурядий 70 см, густоте стояния растений 57...60 тыс/га и внесении высоких доз удобрений, рассчитанных на формирование урожая в 10,0 т/га, составляет 8,0...8,2 т/га. Поэтому при возделывании этого гибрида удобрения следует вносить из расчета получения не более 8,0 т/га зерна.

Урожайность гибрида среднепозднего срока созревания Кубанский 432 при применении этой же технологии может достигать 9,55 т/га. В связи с этим планирование урожаев зерна в 10 т/га и доведение процента использования ФАР до 3 для таких гибридов вполне реально.

Производство зерна кукурузы можно повысить за счет более рационального ее размещения. При междурядье 45 см, расстоянии между растениями в ряду от 35 до 45 см урожайность среднераннего гибрида возросла на 0,5, среднепозднего — на 0,8 т/га по сравнению с вариантами, где при таком же количестве растений ширина междурядий составляла 70 см.

Основной фактор повышения урожайности зерновых культур — влагообеспеченность. Как показали исследования, для выращивания запрограммированных урожаев зерна кукурузы и озимой пшеницы предположительная влажность почвы в слое 0...60 см должна быть не ниже 75...80% НВ. Для этого в зависимости от погодных условий года необходимо проводить соответственно 3...4 и 2...3 полива поверхностным способом (оросительная норма 700...800 м³/га) и 4...6 и 3...4 полива дождеванием (500...600 м³/га). Оросительная норма, рассчитанная на получение 8 т/га зерна кукурузы, в среднем за годы исследований составила 2300...2400, 10 т — 2700...2900 м³/га при суммарном водопотреблении соответственно 4,5...5,0 тыс. м³/га. При планировании урожаев 5,5 и 7,0 т/га зерна озимой пшеницы оросительная норма была одинаковой — в среднем 2200...2800 м³/га, суммарное водопотребление находилось в пределах 4,0...4,8 м³/га.

Количество воды, расходуемое на получение единицы продукции, зависит от программируемого урожая. Поэтому достижение максимальной урожайности этих культур — эффективное условие экономии оросительной воды. Хотя суммарное водопотребление при увеличении урожайности кукурузы от 8 до 10 т и озимой пшеницы от 5,5 до 7,0 т/га повысилось в среднем на 500...600 м³/га, расход воды на формирование 0,1 т зерна снизился соответственно от 56 до 50 и от 91 до 78 м³.

Один из путей оптимизации водного режима почвы — выбор способа полива. Наиболее высокие урожаи зерна кукурузы в условиях мелкоделетного опыта были получены при проведении вегетационных поливов по бороздам, озимой пшеницы — дождеванием (влагозарядковые поливы нормой 1800...2000 м³/га под обе культуры проводили по полосам).

При поливе по бороздам и внесении минеральных удобрений урожай зерна кукурузы в среднем за 1980—1983 гг. превышал программируемый на

1. Урожай зерна кукурузы и озимой пшеницы в зависимости от способов полива и доз вносимых удобрений, т/га

Варианты	Планируемая урожайность	Фактический урожай			
		кукуруза		озимая пшеница	
		дождевание	полив по бороздам	дождевание	полив по полосам
N ₁₉₄ P ₁₇₈ K ₁₃₇	8,0	8,2	8,5	—	—
N ₁₄₈ P ₉₁ K ₉₁	4,0	—	—	4,09	3,59
N ₂₀₄ P ₁₄₄ K ₇₂	5,5	—	—	5,32	4,77
N ₂₅₉ P ₁₈₂ K ₉₁	7,0	—	—	6,71	5,81

0,2 т/га (табл. 1). При проведении поливов дождеванием недобор урожая зерна по сравнению с бороздковым способом полива составил 0,31 т.

В опытах с озимой пшеницей более близкими к запрограммированному (4,0, 5,5 и 7,0 т/га) были урожаи при поливе дождеванием. Применение поверхностного способа полива (по полосам) способствовало снижению урожайности в среднем соответственно на 0,5, 0,55 и 0,9 т/га.

Каждое растение кукурузы при поливе по бороздам формировало листовую поверхность площадью 6986 см² и накапливало 308 г сухой органической массы, что на 97 см² и 18 г больше, чем при поливе дождеванием. Величина фотосинтетического потенциала посевов кукурузы при оптимальном способе полива составляла 1528 тыс. м²/га в сутки, чистая продуктивность фотосинтеза — 12,8 г/м² и превышала аналогичные показатели, полученные при поливе дождеванием, соответственно на 145 тыс. м²/га в сутки и 0,45 г/м².

Наибольшая площадь листовой поверхности у озимой пшеницы (50,0...52,3 тыс. м²/га) и более интенсивный синтез сухой биологической массы были на варианте с дождеванием. Однако чистая продуктивность фотосинтеза в зависимости от способов полива изменялась незначительно.

Полив по бороздам на посевах кукурузы, дождевание на полях с озимой пшеницей, кроме того, способствуют более экономному использованию поливной воды. Так, коэффициент водопотребления кукурузы при поливе по бороздам за годы исследований составил в среднем 577 м³/т, или на 93 м³/т меньше, чем

2. Урожай зерна кукурузы в зависимости от способов вегетационных поливов, т/га

Способы поливов	1982 г.	1983 г.	1984 г.	1985 г.	В среднем за	
					1982—1983 гг.	1983—1985 гг.
По бороздам	9,36	8,70	9,68	8,03	9,25	8,61
Дождевание	8,84	8,18	8,24	7,10	8,42	7,65
Дождевание + борозды	—	8,61	8,69	7,79	8,65	8,22
Дождевание + щели	—	8,97	9,43	8,31	9,20	8,75

при поливе дождеванием. У озимой пшеницы этот показатель оказался значительно ниже при дождевании — в зависимости от запланированного урожая 1040...840 м³/т.

Следует отметить, что дождевание может стать эффективным и при орошении кукурузы при условии нарезки щелей в междурядьях в фазе образования 7...10 листьев у растений. Так, в среднем за 1983—1985 гг. при таком способе и бороздковом поливах получены почти одинаковые и наиболее высокие урожаи зерна — 8,75...8,61 т/га. Это на 0,39...0,53 т/га больше, чем при поливе дождеванием с предварительной нарезкой борозд, и на 0,96...1,1 т/га, чем только при дождевании (табл. 2).

Чистый доход также был выше на этих вариантах — соответственно 832,0 и 805,5 р., тогда как при поливе дождеванием, а также дождеванием с нарезкой борозд — 738,0 и 758,7 р.

УДК 631.67.1:633.174

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВОГО СОРГО ПРИ ОРОШЕНИИ

В. М. ИВАНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук,
Ю. П. ДАНИЛЕНКО

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

Нашими исследованиями, проведенными в 1977—1983 гг. в ОПХ «Орошаемое» Всероссийского НИИ орошаемого земледелия, были отработаны основные элементы интенсивной технологии возделывания зернового сорго при орошении.

В 1981—1983 гг. опытные работы были направлены на выявление оптимального уровня минерального питания растений районированного в Волгоградской области с 1982 г. сорта зернового сорго Камышинское 75 при обычном рядовом посеве и различных нормах высева семян.

Предшественником сорго была кукуруза на силос. Вслед за уборкой лущили почву, вносили минеральные удобрения и пахали на глубину 25...27 см отвальным плугом с предплужниками. Весной закрывали влагу тяжелыми зубowymi боронами и проводили две культивации: первую на 6...8 см, вторую — на глубину заделки семян (5...7 см). Высевали сорго во второй-третьей декадах мая при устойчивом прогревании почвы на глубине 10 см до 14...16° С. После посева проводили прикатывание кольчатыми катками.

Почва опытного участка светло-каштановая. Гумусовый горизонт коричневой окраски мощностью 26...29 см, обеспеченность легкогидролизуемым азотом в пахотном слое низкая, а подвижным фосфором и обменным калием — средняя и высокая.

Разница в погодных условиях значительно сказывалась как на продолжительности межфазных периодов, так и на длительности вегетационного периода: в 1981 г. он составлял 99, а в более холодном и дождливом 1982-м — 123 дня. Суммы биологических температур за период посев — полная спелость колебались от 2457 до 2560° С.

По обеспеченности осадками в течение вегетации

1. Засоренность посевов перед уборкой сорго
и урожайность при применении аминной соли 2,4Д
(1981—1983 гг.)

Вариант опыта	Общая выживаемость сорго, %	Количество сорняков на 1 м ²	Воздушно-сухая масса сорняков, г/м ²	Урожайность, т/га
Контроль (без обработки)	58,1	27,6	154,7	6,27
Обработка в фазу 4...5 листьев	62,4	10,8	36,9	7,02
Две обработки (первая в фазу 4...5 листьев)*	54,6	6,4	26,0	4,78
Обработка в фазу 6...7 листьев	59,2	13,2	49,8	6,80
Две обработки (первая в фазу 6...7 листьев*)	56,6	9,8	39,4	4,38
Обработка в фазу 8...9 листьев	56,5	15,2	67,7	5,84
Обработка в фазу 10...11 листьев*	54,0	14,2	72,4	3,98

* Приведены средние данные за 1982—1983 гг.

сорго 1981 и 1983 гг. были средневлажными, 1982-й — влажным.

Поливы осуществляли дождевальным агрегатом ДДА-100МА. Для получения полных всходов проводили увлажнительные поливы нормой 200...250 м³/га.

Особенность зернового сорго — медленный рост в начальный период вегетации, что приводит к угнетению сорняками и снижению урожайности. Так, В. Я. Щербаков (1983) отмечает, что потери урожая зерна сорго от сорных растений в посевах превышают 36%. Нами установлено, что для уничтожения однолетних двудольных и корнеотпрысковых сорняков наиболее эффективно применение аминной соли 2,4Д в фазе 4...5 листьев (табл. 1).

Процент сохранившихся сорняков был самым низким на вариантах с двумя обработками солью 2,4Д, однако повторное применение гербицида, а также опрыскивание посевов сорго в фазу образования 8...11 листьев приводит к искривлению стеблей, скручиванию листьев, срастанию воздушных корней, ча-

2. Суммарное водопотребление сорго, м³/га

Годы иссле- дований	Ороситель- ная норма	Осадки	Почвенные запасы	Всего
1981	2300	1854	482	4636
1982	1050	2141	804	3995
1983	2000	1003	1528	4531
Среднее	1783	1666	938	4387

стичной гибели растений и снижению урожайности на 25...40%.

Против злаковой тли посевы опрыскивали раствором рогора (1 кг/га). Перед уборкой применяли десикацию посевов реглоном из расчета 3 л/га. Для всех обработок использовали приспособления на дождевальном двухконсольном агрегате ДДА-100МА, модернизированном для выполнения аэрозольного опрыскивания. Норма рабочего раствора составляла 400...600 л/га.

В опыте по выявлению оптимального уровня минерального питания и норм посева влажность в активном (0...70 см) слое почвы на уровне 70...100% НВ в зависимости от погодных условий поддерживали 1...3 вегетационными поливами. Оросительные нормы значительно различались в годы проведения исследований, но суммарное водопотребление из слоя 0...150 см при N₁₀₀P₉₀K₄₀ и норме высева 800 тыс. га. отличалось не более чем на 641 м³/га, что объясняется как использованием почвенной влаги, так и нивелирующим воздействием выпавших осадков (табл. 2).

Потребление сорго влаги возрастает по мере развития и достигает максимума к фазе выметывания. Среднесуточное водопотребление в период трубкования — выметывание колебалось в зависимости от лет исследований от 50 до 68 м³/га и составляло в среднем 33,1%, что значительно больше, чем в другие межфазные периоды.

Площадь ассимиляционной поверхности посевов — основной показатель, определяющий величину урожая. Площадь листьев сорго, фотосинтетический потенциал и среднесуточные приросты сухой биомассы увеличивались с увеличением уровня минерального питания. Ассимиляционная площадь посевов сорго без применения удобрения в среднем за три года была

3. Содержание воздушно-сухой массы корней
при обычном рядовом посеве
при различных условиях минерального питания
(среднее за 1981—1983 гг.)

Слой почвы, см	Планируемая урожайность, т/га							
	Контроль (без удобрений)		6,0 (N ₅₀ P ₄₅ K ₂₀)		7,0 (N ₁₀₀ P ₉₀ K ₄₀)		8,0 (N ₁₅₀ P ₁₃₅ K ₆₀)	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
0...10	0,87	45,0	1,00	43,6	1,17	44,5	1,27	45,1
10...20	0,46	23,9	0,56	24,4	0,65	24,7	0,70	24,9
20...30	0,28	14,5	0,36	15,7	0,39	14,8	0,42	14,9
30...40	0,20	10,3	0,23	10,0	0,25	9,5	0,26	9,2
40...50	0,12	6,2	0,14	6,1	0,17	6,5	0,16	5,7
0...50	1,93	100	2,29	100	2,63	100	2,81	100

36,1 тыс. м²/га, при внесении расчетных норм минеральных удобрений на планируемый урожай 6,0, 7,0 и 8,0 т/га повышалась соответственно на 8,3, 13,0 и 14,3 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал возрастал в 1,2...1,4 раза, среднесуточные приросты сухой биомассы растений — на 14,7...41,2%.

В первые дни после посева для прорастания и лучшего укоренения сорго нуждается в достаточном увлажнении. В последующем недостаток влаги в меньшей степени влияет на рост и развитие культуры. Только после образования развитой корневой системы растения начинают интенсивно расти и накапливать вегетативную массу. Увеличение влажности почвы до 70% НВ, улучшение азотного и фосфорного питания способствуют более интенсивному формированию корневой системы. Нами установлено, что значительная часть корней в изучаемом слое 0...50 см независима от режима минерального питания растений располагается в пахотном слое почвы (табл. 3).

При оптимизации минерального питания (N₁₀₀P₉₀K₄₀) масса корней в слое почвы 0...50 см была на 45,6% больше, чем на варианте без удобрений.

Как показали исследования, при возделывании короткостебельных сортов зернового сорго по интенсивным технологиям наиболее оптимален посев обычным рядовым способом нормой 1000...1200 тыс. всхо-

4. Вегетативная масса сорго обычного рядового посева
при различных нормах минерального питания
(в среднем за 1981—1983 гг.)

Нормы посева, тыс./га	Масса сорго на 1 м ² , кг				Масса одного растения, г			
	Контроль	N ₅₀ P ₄₅ K ₂₀	N ₁₀₀ P ₉₀ K ₄₀	N ₁₅₀ P ₁₃₅ K ₆₀	Контроль	N ₅₀ P ₄₅ K ₂₀	N ₁₀₀ P ₉₀ K ₄₀	N ₁₅₀ P ₁₃₅ K ₆₀
400	1,52	1,71	1,87	2,07	57,6	62,4	68,2	74,4
600	1,71	2,00	2,29	2,29	45,2	49,8	56,4	58,1
800	1,70	2,22	2,47	2,59	35,0	42,5	47,2	48,0
1000	1,99	2,27	2,63	2,72	33,0	38,1	41,0	43,9
1200	2,02	2,38	2,83	2,82	30,7	34,0	39,1	39,6

жих семян на 1 га (табл. 4). При такой плотности стеблестоя растения сорго более рационально используют солнечную радиацию, почвенное плодородие и оросительную воду для построения сухого вещества.

Таким образом, площадь питания зернового сорго — один из основных факторов, влияющих на формирование урожая. Поэтому общая масса урожая на единице посевной площади по мере возрастания норм посева увеличивалась на 33...51% и была максимальной при режиме питания N₁₀₀P₉₀K₄₀. При этом масса одного растения сорго уменьшалась на 74...92%. Причем более значительным это снижение было на естественном фоне питания (контроль).

Наиболее полно программа получения запланированных урожаев 6,0, 7,0 и 8,0 т/га (с отклонениями соответственно 0%, +0,3 и —5,0%) была выполнена в 1983 г. при расчетных нормах минеральных удобрений и нормах посева 600, 800 и 1200 тыс./га всхожих семян. В среднем за три года (табл. 5) минимальное отклонение полученного урожая от запланированного 6,0 т/га составляло +0,3%, 7,0 т/га +0,4% и 8,0 т/га — 11,6%. Увеличение нормы высева сорго до 1400 тыс./га в 1982—1983 гг. не привело к увеличению урожайности.

На основании экспериментальных данных для сохранения в почве при обычном рядовом посеве сорго положительного баланса подвижного фосфора и погашения большого дефицита азота при получении

5. Урожайность зернового сорго Камышинское 75
в зависимости от удобрения и нормы посева, т/га
(среднее за 1981—1983 гг.)

Норма посева, тыс. семян/га	Вариант опыта							
	5,0 т/га (без удобрения)		6,0 т/га (N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀)		7,0 т/га (N ₁₀₀ P ₉₀ K ₄₀)		8,0 т/га (N ₁₅₀ P ₁₃₃ K ₆₀)	
	факти- ческая	отклонение от програм- мы, %	факти- ческая	отклонение от програм- мы, %	факти- ческая	отклонение от програм- мы, %	факти- ческая	отклонение от програм- мы, %
400	4,39	-12,2	5,01	-16,5	5,37	-23,3	5,41	-32,4
600	4,81	-3,8	5,49	-8,5	5,83	-16,7	5,82	-27,2
800	5,36	+7,2	6,02	+0,3	6,49	-7,3	6,50	-18,8
1000	5,39	+7,8	6,31	+5,2	6,84	-2,3	6,93	-13,4
1200	5,36	+7,2	6,46	+7,7	7,03	+0,4	7,07	-11,6

6. Биологическая модель формирования урожая 7,0 т/га зернового сорго обычного
рядового способа посева при орошении дождеванием
(средние данные за 1981—1983 гг.)

Показатели	Фазы роста и развития растений					
	кущение	трубка- вание	выметы- вание	молочная спелость	полная спелость	
Растений на 1 м ²	81	76	74	73	73	73
Стеблей на 1 м ²	107	87	86	83	81	81
Высота растений, см	43	82	102	114	116	116
Содержание сухого вещества, %	8,7	11,6	26,2	36,1	57,1	57,1
Сухой биомассы, т/га	0,7	2,6	8,1	13,9	20,4	20,4
в т.ч. в % от максимальной	3,3	12,4	38,8	66,5	97,6	97,6
Площадь листьев, тыс. м ² /га	11,3	35,1	49,1	43,7	12,0	12,0
и в % от максимальной	23,0	71,5	100,0	89,0	24,4	24,4
Продуктивных стеблей, на 1 м ²	—	—	—	—	80	80
Масса зерна с 1 метелки, г	—	—	—	—	11,9	11,9
Масса 1000 зерен, г	—	—	—	—	22,3	22,3
Содержание в пахотном слое почвы, мг на 100 г	2,22	2,06	1,10	1,46	1,34	1,34
сухой почвы	3,5	3,1	3,4	2,6	2,2	2,2
Содержание в растениях	34,1	32,9	36,1	31,3	32,5	32,5
	4,16	2,75	1,77	1,80	2,19/0,92*	2,19/0,92*
	1,61	1,17	0,99	0,74	0,74/0,44	0,74/0,44
	3,92	3,15	1,82	1,55	0,35/2,97	0,35/2,97

* В числителе — зерно, в знаменателе — солома.

урожаю зерна 7,0 т/га можно рекомендовать внесение минеральных удобрений нормой $N_{150}P_{135}K_{60}$ (расчет на планируемый урожай 8,0 т/га), хотя экономические показатели при этом снижаются.

Экономически наиболее эффективно возделывание зернового сорго на фоне минерального удобрения $N_{100}P_{90}K_{40}$ (на урожай 7,0 т/га). На этом варианте опыта максимальный чистый доход (450 р./га) и минимальная себестоимость 1 т зерна (33,2 р.).

Проведенные исследования позволяют предложить биологическую модель формирования урожая для получения 7,0 т/га зерна сорго (табл. 6).

Таким образом, основные элементы интенсивной технологии возделывания зернового сорго Камышинское 75 в условиях орошения при обычном рядовом способе посева, обеспечивающие получение урожайности 7,0 т/га, — поддержание нижнего порога влажности в активном слое почвы 70% НВ, применение расчетных норм удобрений на прибавку урожая $N_{100}P_{90}K_{40}$, норма посева 1,2 млн всхожих семян на 1 га, применение гербицида аминная соль 2,4Д в дозе 2 кг/га в фазу 4...5 листьев, десикация посевов регламентом из расчета 3 л/га.

УДК 631.559:633.18

ПРОГРАММИРОВАННОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ ВЫСОКИХ УРОЖАЕВ РИСА И ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА

В. П. ДУДЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук
КазНИИ риса

Казахстан занимает второе место после РСФСР по посевным площадям риса и первое (4,75 т/га) по урожайности. Однако еще высоки материально-технические и трудовые затраты на его производство, себестоимость продукции.

Обильные оросительные нормы при высоких дозах различных химикатов приводят к загрязнению окру-

жающей среды. В частности, содержание многих вредных элементов в р. Сырдарье приближается к ПДК. Между тем качество продукции в 1981—1985 гг. было низким, особенно на Кызыл-Кумском массиве, где сверх ограничительных кондиций по засоренности был сдан государству 91, а по зерновой примеси — 51% риса: В Кызыл-Ординской области этот показатель был еще ниже — соответственно 59 и 23%. Поэтому имеется большая разница между бункерным и зачетным (после доработки) урожаями риса. На Кызыл-Кумском массиве, например, она достигала 1,23 т/га.

Всесоюзным НИИ риса разработана система программного управления формированием урожая, позволяющая регулировать условия выращивания в течение вегетационного периода и получать максимальный урожай риса. Однако она еще не может применяться в широких производственных масштабах, т. к. современные рисовые системы и технические средства допускают лишь ограниченное изменение жизнеобеспечивающих факторов среды.

Предложенная нами система программирования урожая риса основана на статистических числовых моделях урожайности. Она включает три звена: учет и подготовка информации по всему комплексу факторов, влияющих на урожай, разработка оптимальной технологии возделывания риса и расчет уровня запрограммированных урожаев, реализация рекомендуемой технологии в производстве.

По составленным нами формам учитывают все урожаеобразующие факторы. Затем их обрабатывают и формируют в матрицы исходных данных для анализа на ЭВМ. Посредством корреляционно-регрессионного анализа устанавливают степень и характер зависимости урожая от отдельных факторов и их комплекса путем уравнения регрессии, позволяющего провести расчет урожайности риса в конкретных условиях. Так, на Токускенском массиве наибольшее влияние на урожайность оказывают перерывы в поливе до фазы кущения, нормы азотных удобрений и уровень грунтовых вод (до 2 м), срок посева и механический состав почвы (табл. 1). Множественный коэффициент корреляции анализируемых факторов урожайности риса (R) составил 0,88, коэффициент детерминации (R^2) — 0,77.

1. Основные характеристики числовой модели урожайности риса по комплексу агротехнических и экологических факторов по обороту пласта люцерны совхозов Тогускенского массива (1982—1985 гг.)

№ П/П	Факторы	Значения факторов		Коэффициент уравнения регрессии (ap)	Парные коэффициенты корреляции (ry—xp)
		средние (xp)	коэффициенты вариации (CV)		
1.	Зябь, %	91,5	30,8	0,072	0,49
2.	Азотные удобрения, кг д. в./га	187,8	17,8	0,093	0,50
3.	То же фосфорные	139,1	14,8	0,038	0,16
4.	Срок сева до 15 мая, %	73,4	52,7	0,067	0,31
5.	То же 15...25 мая, %	22,6	158,8	0,070	—0,17
6.	Гербициды, %	107,9	27,7	0,114	0,21
7.	Перерывы в поливе до кущения, дней	3,2	84,6	0,501	—0,13
8.	То же после кущения	2,4	242,0	0,197	—0,51
9.	Органические удобрения, т/га	5,7	362,9	—0,60	—0,10
10.	Сорт Краснодарский 424, %	4,9	241,6	—0,046	0,03
11.	УГВ 0...2 м, %	45,6	95,0	—0,38	—0,38
12.	То же 2...3	35,3	102,7	0,071	0,34
13.	» 3...5	19,1	177,7	0,007	0,12
14.	Механический состав почвы (% глинистой фракции)	37,8	32,7	0,399	0,26
15.	Содержание гумуса, %	0,7	17,3	0,846	0,23
16.	Содержание легкогидролизуемого азота, мг/кг почвы	38,9	17,8	—0,262	0,19
17.	То же P_2O_5	22,7	25,4	—0,272	0,07
18.	» — K_2O	350,1	20,2	—0,003	—0,10
	Урожайность риса, т/га	4,27	2,02		
	Свободный член, ао			—26,79	

Множественный коэффициент корреляции $R_n=0,88$
Граничное значение коэффициента корреляции r_p 0,28

Запрограммированную урожайность риса на текущий год рассчитывают на основании фактических мелиоративных и почвенно-агрохимических характеристик конкретного поля, рекомендуемой агротехники возделывания риса с корректированием доз минеральных удобрений в соответствии с содержанием в почве NPK. Доведение до хозяйств агротехники и

2. Результаты произведенной проверки программирования урожая (1986 г.)

Показатели	Тогускенский массив		Акдалинский 50 лет Октября Ш-4
	Келинтинский Ш-Ш-3	Тогускенский 1-П-3	
Площадь, га	59,0	90,0	120,0
Урожайность риса, т/га	5,01	5,69	4,31
То же расчетная	5,23	5,45	4,46
То же на контроле	4,70	5,24	4,01
Прибавка урожая, т/га	0,31	0,45	0,30
Экономическая эффективность, руб./га	92,0	131,0	72,0
Чистый доход	5428	11790	8640

расчетных урожаев риса по полям севооборотов проводилось согласно контрольно-учетным карточкам, которые служат одновременно как заданием, так и контрольным документом. Как показывают данные таблицы 2, урожаи, полученные в производственных условиях, близки к расчетным, но не самые высокие и лишь на 0,3...0,45 т/га выше средних по этому же мелиоративному фону и примерно на 0,1 т по обороту пласта люцерны. Следует иметь в виду, что это фактический урожай на относительно больших площадях при сложившихся в сельскохозяйственных предприятиях организационно-хозяйственных условиях, фактическом (надо сказать, не совсем благоприятном) мелиоративном состоянии земель и соблюдении рекомендуемых нами элементов агротехники (зяблевая обработка, оптимальные сроки сева, дозы удобрений и т. д.), которые можно реализовать в данных условиях без дополнительных затрат.

Несомненно, что для точного расчета урожая риса в севообороте необходим по возможности полный учет всех влияющих на него экологических факторов, в частности, гидрогеолого-мелиоративных условий (уровень грунтовых вод и их минерализация, степень и характер засоления почвы) и почвенно-агрохимических (механический состав почвы, содержание гумуса, гидролизуемого азота, подвижного фосфора, обменного калия, цинка, бора, меди, железа и др.). Однако ни по одному из анализируемых нами масси-

3. Уровень расчетных урожаев риса
(по обороту пласта люцерны)
в зависимости от уровня грунтовых вод

Массивы рисоводства	УГВ, м	
	2...3	1...2
Акдалинский	48,7	38,9
Кызыл-Кумский	69,5	61,3
Тогускенский	57,8	52,4
Кзыл-Ординский		
Левобережный	56,7	49,8

вов мы пока не располагаем исчерпывающей информацией по всему комплексу факторов. По Кызыл-Кумскому, Каратальскому и Акдалинскому массивам нет данных по содержанию легкогидролизуемого азота в почве. Почти везде отсутствует полная информация по механическому составу. Станциями химизации не выдается картограмма и по содержанию гумуса в почве.

Первостепенное влияние на урожайность риса оказывают уровень грунтовых вод и их минерализация. На первом этапе наших работ по программированию урожая (1982—1983 гг.) эти показатели использовались в качестве единственной характеристики для расчета урожайности риса по полям севооборотов в совхозах Кзыл-Ординского, Левобережного, Кызыл-Кумского и Акдалинского массивов. Установлено (табл. 3), что на полях, где грунтовые воды в предпосевной период залегают ниже 2 м, урожайность риса на 0,55...1,0 т/га меньше, чем при их уровне 2...3 м, и снижается на 1,5...2,0 т/га при подъеме до 0,5...1 м. Таких земель немало. На Тогускенском массиве, например, они составляют 35%.

В целях совершенствования метода программирования урожая и оперативного решения вопросов научного его обеспечения КазНИИ риса совместно с институтом «Казгипрозем» и ВЦ ВРО ВАСХНИЛ работает над созданием банка данных по всему комплексу инженерно-технических, водохозяйственных, гидрогеолого-мелиоративных, почвенно-агрохимических, погодных и агротехнических факторов (всего 110 показателей) в разрезе всех полей севооборотов 22 совхозов (около половины земель рисового комплек-

са). Вся информация будет храниться в вычислительном центре. Это позволит областным АПК контролировать работу всех служб по производству риса, объединить все производственные и научные организации в единую систему с конечной задачей — получение высоких урожаев риса и совершенствование отрасли в целом. Форма контактов при внедрении законченных НИР в производство должна быть строго учитываемой и контролируемой. Опыт показывает, что вполне возможно провести в производственных условиях учет агрофакторов (согласно информационно-учетным карточкам) и анализ информации с целью установления фактической прибавки урожая от того или другого агроприема (с учетом «накладки»). При этом научные работники будут проявлять больший интерес к эффективности своих разработок и лучше вникать в дела производства.

Метод программирования урожая должен внедряться при выращивании сельскохозяйственных культур по интенсивной технологии. Несомненно, что по уровню фондообеспеченности, энерговооруженности, материально-техническому обеспечению и трудозатратам рисосеяние занимает одно из первых мест среди культур орошаемого земледелия. В республике достигнут сравнительно высокий уровень интенсификации производства. Однако в ряде хозяйств крайне низкое качество сельскохозяйственных работ, не налажен технологический контроль (в частности, инструментальный контроль качества планировки, учет водоподдачи и качества поливной воды, контроль уровня воды в чеках и ее температуры), не везде освоены севообороты, низкая агротехника возделывания люцерны (особенно в Кзыл-Ординской области), крайне неудовлетворительное мелиоративное состояние земель. В целом в хозяйствах еще низкая культура производства. Этим объясняется применение высоких доз гербицидов, минеральных удобрений и большой перерасход воды. Наиболее значительно сдерживает повышение урожайности качество планировки чеков.

Проведенный нами анализ комплекса агротехнических факторов и инженерно-технических характеристик рисовых чеков Илийского опытного хозяйства свидетельствует, что при общей связи (R) всего комплекса факторов с урожайностью риса, равной 0,88,

4. Урожайность риса в Илийском ОПХ
при различных критериях дефектности планировки
(1986 г.)

Критерий дефектности, см	Урожайность риса, т/га		
	в сред- нем	пределы колебания	амплитуда колебания
1...2	5,29	3,44...6,62	3,18
2...3	3,80	2,14...5,84	3,70
3...4	2,14	0,025...3,08	2,96
4...5	1,99	1,20...2,63	1,43
>5	1,68	1,31...2,10	0,79

$R = 0,78$

$Y = 63,5 - 9,56x$

наиболее тесную связь с урожаем имеет критерий дефектности планировки ($R = 0,78$), представляющий собой среднее отклонение от общепринятых параметров выравнивания чеков (± 5). При дефектности планировки 1...2 см средний урожай по чекам составил 5,29, 2...3 см — 3,80, 3...4, 4...5 и более 5 см — соответственно 2,14, 1,99 и 1,68 т/га (табл. 4).

Как показали результаты полевых опытов по рисосеянию, один из основных лимитирующих факторов получения высоких урожаев — недостаточная густота стеблестоя. Учеными КазНИИ риса установлено, что получить более 9,0 т/га зерна риса можно при густоте растений 250...380 шт/м², продуктивной кустистости 1,8...2,5, количестве зерен в метелке 70...80 шт. и массе 1000 зерен 29...30 г. Обеспечение оптимального стеблестоя (450...500 продуктивных стеблей на 1 кг) достигается в первую очередь путем регулирования слоя воды на рисовом поле. Так, при недостаточной густоте всходов следует в период кущения более длительное время поддерживать минимальный (до 5 см) слой воды, что способствует развитию боковых побегов и позволяет получить требуемую густоту стеблестоя (450... 500 шт/м²); при густоте всходов 200...250 шт/м² достаточно иметь продуктивную кустистость 1,8...2,0.

Особое внимание следует обратить на проведение качественной планировки почвы под люцерну, так как при этом повысится ее урожайность, а значит улучшится плодородие почвы и отпадет необходи-

мость в планировке чеков под рис по пласту люцерны.

На основании анализа рисосеяния в производственных условиях можно выделить основные средства дальнейшей интенсификации производства этой культуры:

обеспечение высокого агромелиоративного фона, в частности повсеместное введение рисово-люцерновых севооборотов, улучшение качества планировки чеков и мелиоративного состояния земель;

усиление технологического контроля за основными процессами производства (качество планировки, глубина затопления, температура воды в чеках, минерализация воды в оросителях, чеках и коллекторах);

совершенствование технологии возделывания риса;

использование более продуктивных сортов интенсивного типа;

создание и внедрение системы машин для качественной обработки почвы, планировки рисовых чеков и равномерного внесения основного удобрения на необходимую глубину (8...10 см);

координация под руководством облагропрома работ всех служб, обеспечивающих производство риса.

УДК 631.559

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ УССР

В. И. ОСТАПОВ,

Е. К. МИХЕЕВ, кандидаты сельскохозяйственных наук

Украинский НИИ орошаемого земледелия

Важнейший фактор интенсификации земледелия на юге УССР — орошение. Высокопроизводительное использование поливных земель на основе повсеместного внедрения научно обоснованных систем земледелия, интенсивных технологий, максимальная отдача от созданного в сельском хозяйстве потенциала

возможны только в условиях совершенствования систем управления сельским хозяйством в целом и технологиями возделывания сельскохозяйственных культур в частности. Один из методов оптимизации управленческих решений — программирование урожаев, включающее планирование и управление технологическими процессами возделывания сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-климатических особенностей поля, свойств сорта и ресурсообеспеченности хозяйства. При этом основная цель выполнения комплекса мероприятий — оптимизация условий жизнедеятельности растений и получение максимально возможного в конкретных условиях урожая.

В орошаемой зоне УССР программируемыми посевами занято более 700 тыс. га. За 1984—1985 гг. с них получено в среднем по 4,6 т/га озимой пшеницы, 5,05 т зерна кукурузы, 5,28 т риса, 72,1 т кормовых корнеплодов, 24,6 т овощей и 42,3 т зеленой массы люцерны. Отклонения от планировавшихся показателей колебались от 7 до 15%.

Отдельные хозяйства, используя метод программирования, выращивают по 6...8 т/га зерна, 150...200 т кормовой свеклы, 60...80 т зеленой массы на всей площади посева. В колхозе им. Крупской Нижнегорского района Крымской области в 1986 г. урожайность озимой пшеницы на площади 560 га составляла 6,74 т/га, колхозе «Таврия» Чаплынского района Херсонской области — 7,21 т (с 305 га), НПО «Элита» Красногвардейского района Крымской области — 7,58 т (с 341 га). В совхозах «Герои Сиваша» и «Пятиозерный» Краснопереконского района Крымской области с площади соответственно 2169 и 2700 га собрали по 7,2 и 6,7 т/га риса, а всего в этом районе на площади 8,5 тыс. га по 63,3 т/га.

Стабильно высокие урожаи кукурузы получают в Красногвардейском районе. В 1986 г. на площади 3,6 тыс. га они достигали 6,84 т/га. Многие хозрасчетные подразделения ежегодно выращивают 6,5...7,0 т/га зерна озимой пшеницы, 10,5...12,0 т зерна кукурузы и 7,0...7,7 т зерна риса.

В зависимости от уровня организации, ресурсообеспеченности региона или хозяйства метод программирования имеет различные формы внедрения. Наиболее широкое распространение в УССР получа-

ет областная система программирования с выходом на конкретное хозяйство и конкретное поле. В основе ее — использование ЭВМ ВЦ агропрома.

С целью оптимизации условий возделывания сельскохозяйственных культур, повышения продуктивности каждого орошаемого гектара в республике начаты работы по созданию автоматизированной системы планирования и управления технологиями в растениеводстве (АСПТ). УкрНИИОЗ совместно с КИВЦ ЮО ВАСХНИЛ и АФИ разработана система планирования агроприемов с помощью ЭВМ как I этап АСУ. В основе этой системы зональные рекомендации научно-исследовательских учреждений региона, которые обобщены и систематизированы по схеме, разработанной в Ставропольском НИИГМе, и представлены в виде алгоритмов.

Система планирования технологических процессов состоит из 7 независимых блоков-подсистем, объединенных подсистемой управления программно-информационным комплексом и функционирующих на одной базе данных:

1. Подсистема расчета ресурсообеспеченного урожая (блок «Урожай»), основанная на разработанной нами методике.
2. Подсистема планирования агроприемов при возделывании сельскохозяйственных культур (блок «Агротехника»).
3. Подсистема расчета доз удобрений (блок «Удобрения» 1, 2). Рассчитывается балансовым и нормативным методами.
4. Подсистема назначения норм и сроков поливов (блок «Полив»), созданная на базе биофизического метода УкрНИИОЗ.
5. Подсистема оценки агроприема (блок «Оценка») с использованием коэффициентов значимости агроприема, полученных в результате экспертных оценок. Рассчитываются потери урожая как от отсутствия агроприема, так и в результате отклонений от оптимума при его выполнении.
6. Подсистема управления программно-информационным комплексом. Программа написана на языке «Фортран».

Схема функционирования АСПТ представлена на рис. 1.

Основной объект планирования — технологические

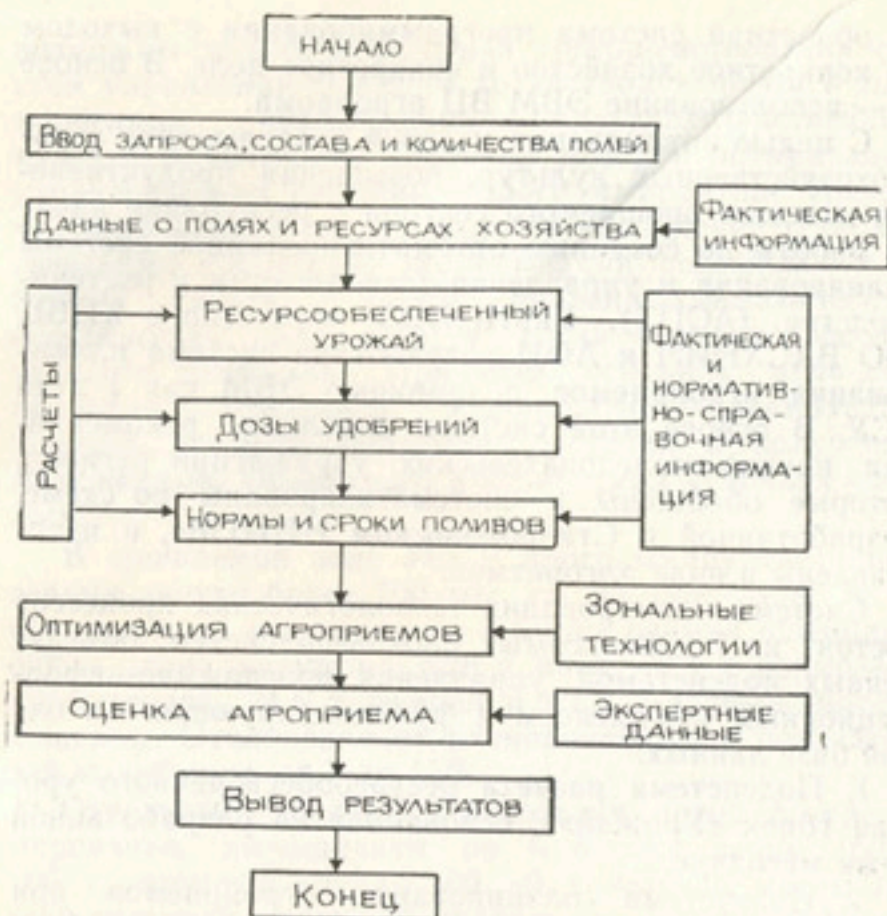


Рис. 1. Схема функционирования АСПТ

процессы (комплекс агроприемов) при возделывании озимой пшеницы, кукурузы на зерно и силос, риса (обычная технология и с глубокой заделкой семян при севе), сои, кормовой свеклы, люцерны на зеленый корм и сено.

Информационный фонд АСПТ состоит из областной информации, информации по хозяйству и данных с полей (рис. 2).

На первом этапе разработка АСПТ способствует решению следующих задач:

1. Сбор, обработка и хранение информации об объекте.
2. Расчет заданных показателей (обобщенных и сводных).
3. Расчет уровня ресурсообеспеченного урожая по каждому полю.
4. Расчет доз удобрений.

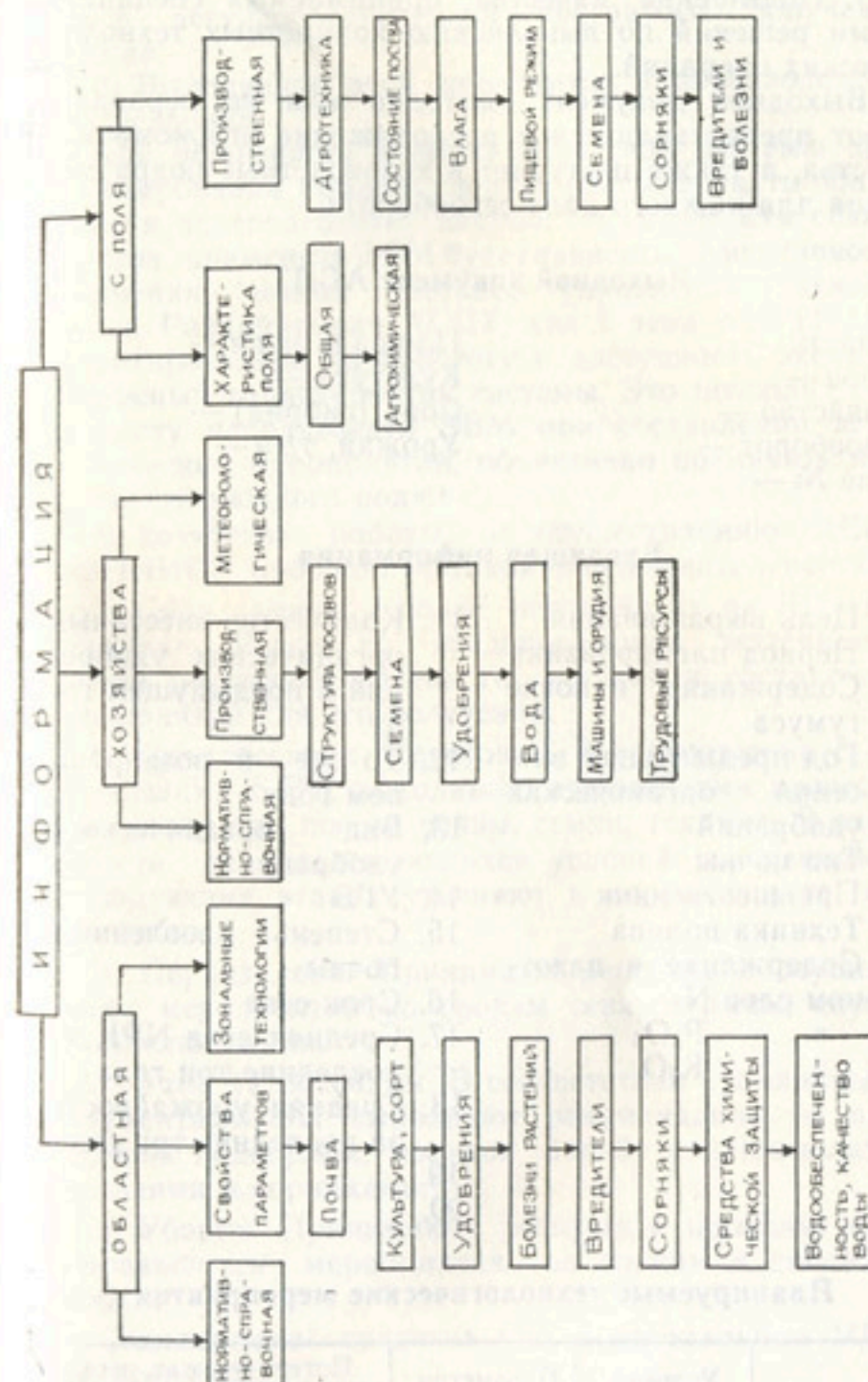


Рис. 2. Информационный фонд АСПТ

5. Планирование агротехники.
6. Планирование режимов орошения.
7. Повышение качества принимаемых специалистами решений по выполнению конкретных технологических операций.

Выходной документ ежегодно или по периодам работ предоставляется в распоряжение агронома хозяйства, а также поступает в хозрасчетные подразделения для каждого поля севооборота.

Выходной документ АСПТ

Область —	Площадь поля —
Район —	Культура —
Хозяйство —	Сорт (гибрид) —
Севооборот —	Урожай, т/га —
Поле № —	

Входящая информация

- | | |
|--|---|
| 1. Цель выращивания | 11. Количество внесенных органических удобрений в предыдущем году |
| 2. Период планирования | 12. То же в позапрошлом году |
| 3. Содержание в почве гумуса | 13. Вид органического удобрения |
| 4. Год предыдущего внесения органических удобрений | 14. УГВ |
| 5. Тип почвы | 15. Степень засоления почвы |
| 6. Предшественник | 16. Срок сева |
| 7. Техника полива | 17. Средняя доза NPK за последние три года |
| 8. Содержание в пахотном слое N | 18. Средняя урожайность за последние три года |
| 9. » P_2O_5 | 19. |
| 10. » K_2O | 20. |

Планируемые технологические мероприятия

Агро-прием	Условия и срок проведения	Параметры планирования	Потери урожая, т/га	
			отсутст-вие	оклонение от реко-мендаций

В практическом использовании разработанная нами система предполагает два этапа:

1. Разработка с помощью ЭВМ научно обоснованной и ресурсообеспеченной программы получения урожая.

2. Выполнение этой программы в производственных условиях.

Как важнейший элемент областной системы программирования урожая следует рассматривать подготовку и переподготовку кадров. От готовности специалистов применять ЭВМ будет зависеть эффективность внедрения новых методов управления технологиями. Разрабатывая АСПТ, как I этап АСУТП, мы ориентировались на простоту и доступность эксплуатационных характеристик системы. Это позволит специалисту использовать ЭВМ при составлении агротехнических мероприятий, объективно оценивать возможности каждого поля.

В хозяйстве работы по осуществлению АСПТ УкрНИИОЗ проводят в такой последовательности.

1. Сбор данных с полей, передача их на ВЦ «Агропрома». Расчет по представленным материалам уровня ресурсообеспеченного урожая и составление мероприятий для его получения.

2. Предпосевная подготовка. В соответствии с поступившими с ВЦ выходными документами проводят подготовку для посева почвы, семян, техники. В зависимости от складывающихся условий на данном и последующих этапах уточняют и корректируют график работ.

3. Период сева. Принимают решения и осуществляют мероприятия по срокам сева, нормам, глубине заделки семян.

4. Уход за посевами. В соответствии с выходными документами ВЦ выполняют рекомендации по проведению подкормок, поливов, борьбе с вредителями, болезнями и сорняками.

5. Уборка. Принимают решения и проводят планировавшиеся мероприятия по срокам и способам уборки.

Стандартные средства ОС и специальные ИПП обеспечивают:

высокую производительность вычислительной системы;

организацию и ведение АБНД, стыковку с ним программного обеспечения;
независимость данных от программ;
сохранность информации;
доступность общения пользователей с системой;
общение специалиста хозяйства с ЭВМ в реальном масштабе времени.

Расчет годовых планов проведения технологических операций завершают за 1...2 недели до начала работ.

В качестве мероприятий, направленных на преодоление психологического барьера между специалистами хозяйств и электронно-вычислительной техникой, в УкрНИИОЗ разработаны пакеты программ по проведению расчетов на микрокалькуляторах и микроЭВМ «Электроника ДЗ-28». Используя данные программы, специалист в хозяйстве может легко подсчитать баланс элементов питания, уровень ресурсобеспеченного урожая в поле, севообороте или хозяйстве, дозы удобрений, нормы и сроки проведения поливов. Программы включают необходимую региональную нормативно-справочную информацию. Простые и доступные в практическом использовании, они рассматриваются нами как необходимое звено в системе приобщения специалистов сельского хозяйства к освоению современных методов управления, повышения их уровня информационного обеспечения, что неизбежно скажется на качестве принимаемых решений.

УДК 631.559(478.9)

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ МОЛДАВИИ

К. Г. КАЛАШНИКОВ, М. И. БОНДАРЕНКО,
кандидаты сельскохозяйственных наук,
В. И. ВУКОЛОВА, кандидат биологических наук,
В. И. ДИРЕКТОРЕНКО

Молдавский НИИ орошаемого земледелия и овощеводства

Анализ природно-климатических ресурсов юго-восточного Приднестровья показал, что приход фотосинтетически активной солнечной радиации составля-

ет 18,3 млрд кДж/га, длительность периода вегетации основных сельскохозяйственных культур — 179...187 дней, ресурсы тепла — 3200°С. Ограничивающими урожай факторами являются влага (ГТК — 0,7...0,8 — показатель засушливости зоны) и почвенное плодородие — примерно 80% пашни низкой и средней обеспеченности основными элементами питания. За счет естественных ресурсов тепла, света и влаги потенциальная урожайность озимой пшеницы достигает 3,3, зерна кукурузы — 3,6, зерна овощного гороха — 2,3, плодов томатов — 40,0 т/га. При орошении КПД ФАР повышается до 1,0...1,5%, орошении и внесении удобрений — до 2,5...3,0%, возделывании повторных посевов — до 3,5...4,5%.

Получение программированных урожаев сельскохозяйственных культур возможно при оптимальном сочетании основных жизнеобеспечивающих факторов. С этой целью в 1976—1980 гг. в четырехфакторном полевом опыте испытывали действие и взаимодействие орошения, удобрений, основных и предпосевных обработок почвы на продуктивность двухпольного севооборота: овощной горох на зерно+пожнивная кукуруза, томат.

В 1982—1985 гг. на этих же опытах изучали комплексное влияние орошения, удобрений, приемов основной обработки почвы и густоты стояния растений на продуктивность шестипольного севооборота с чередованием культур: люцерна первого и второго годов жизни и пользования, томат, кормовая свекла, овощной горох на семена и озимая пшеница. Почвы — чернозем обыкновенный среднесиловой слабогумусный тяжелосуглинистый, залегающий на лёссовидном суглинке. В слое 0...20 см содержалось 3,05...3,96% гумуса, 0,115...0,274 и 0,095...0,143% валовых азота и фосфора, 40...66 мг подвижного фосфора и 285...340 мг обменного калия на килограмм сухой почвы. Повторность в опытах трех-, четырехкратная. Сорт люцерны — синегибридная Зайкевича, озимой пшеницы — Питукул, кормовой свеклы — Эккендорфская желтая, томата — Факел, овощного гороха — Союз 10, гибрид кукурузы — Краснодарский 303 ТВ.

На оптимальных участках с двухпольным севооборотом предпосевную влажность почвы поддерживали на уровне 75...80% НВ в слое 0...50 см для гороха и томата и 0...70 см для кукурузы.

Опыты с горохом и томатом проводили на фоне обычной вспашки (25...27 см), фрезерования (10...12) и двухъярусной вспашки (30...35) в первый год ротации севооборота и чизелевания (45...50 см) в промежуточный год. Кукурузу после гороха высевали по дискованию непосредственно в стерню, по предшествующим фрезерованию и ярусно-чизельной обработке, а также по пахоте на 25...27 см. В опытах с горохом и томатом испытывали варианты с предпосевными обработками: боронование + культивация (контроль), боронование и без обработок.

По средним многолетним данным, приход ФАР в зоне юго-восточного Приднестровья за период вегетации овощного гороха средних сроков созревания составляет 8,04, безрассадного томата — 9,47, кукурузы в пожнивных посевах — 9,38 млрд кДж/га. Если посе́вы гороха при оптимальном увлажнении и питании будут аккумулировать 1,5...2,0, растения томата и кукурузы — 2,0...2,5% ФАР, то урожайность зерна гороха может достигать 2,5...3,0, плодов томата — 60,0...70,0, зеленой массы кукурузы — 30,0...40,0 т/га. На планируемые урожаи культур севооборота балансовым методом рассчитывали дозы минеральных удобрений.

В 1982—1985 гг. изучали следующие сочетания факторов: орошение (без поливов и режимы орошения 70 и 80% НВ в расчетном слое почвы 0...70 см под люцерной 2-го года и 0...50 см под пшеницей и остальными культурами); удобрения (люцерна 1-го года жизни — $N_{30}P_{60}$, $N_{60}P_{90}K_{30}$ и $N_{90}P_{120}K_{60}$, на 2-й год не удобрялась, озимая пшеница — $N_{60}P_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{30}$ и $N_{120}P_{120}K_{60}$, кормовая свекла — $N_{90}P_{60}K_{60}$, $N_{180}P_{120}K_{120}$ и $N_{270}P_{180}K_{180}$, томат — $N_{60}P_{30}K_{30}$, $N_{120}P_{90}K_{60}$ и $N_{180}P_{150}K_{90}$, овощной горох — $N_{30}P_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{30}$ и $N_{90}P_{90}K_{60}$

Вегетационный период культур севооборота в 1976—1980 гг. был обеспечен осадками в среднем на 23...27%, 1979 г. — на 50 и 1980 г. — на 2%. 1982 г. был среднесухой для озимой пшеницы, гороха, люцерны

2-го года и сухой для томата, свеклы, люцерны 1-го года; 1983 г. — средний для пшеницы, гороха, люцерны 2-го года, томата и среднесухой для кормовой свеклы, люцерны 1-го года; 1984 г. — влажный для пшеницы, гороха, люцерны 1-го года, свеклы и средневлажный для люцерны 2-го года, томата; 1985 г. — средневлажный для пшеницы, гороха и средний для остальных культур.

Тепловыми ресурсами 1976—1978 и 1980 гг. были обеспечены на 80% ($2950^{\circ}C$), 1979 и 1983 гг. — на 40% ($3270^{\circ}C$), 1982, 1984 и 1985 гг. — на 62...75% ($3044...3152^{\circ}C$).

Приход ФАР на посе́вы люцерны 1-го и 2-го года колебался в пределах 14,7...18,9 млрд кДж/га, кормовой свеклы — 16,3...19,0, томата — 10,5...14,2, овощного гороха — 8,2...9,8 и поживной кукурузы — 7,1...9,6 млрд кДж/га. КПД ФАР на лучших вариантах опыт составлял соответственно 1,0...1,2, 1,3...2,9, 1,7...2,5, 1,0...2,3 и 1,9...2,5%. Возделывание кукурузы в поживных посевах после гороха позволило довести использование ФАР на орошаемом гектаре до 2,9...4,8%.

Результаты исследований, полученные в программных посевах двух севооборотов, показали, что для каждого уровня урожайности сельскохозяйственных культур необходимо разрабатывать технологию возделывания, которая обеспечивает поддержание основных регулируемых параметров функционирования посева в заданных оптимальных пределах. Прежде всего следует установить допустимые параметры изменения влажности активного слоя почвы, запасов питательных веществ, густоты стояния растений и физических свойств почвы. При различном сочетании этих основных регулируемых факторов можно получать примерно одинаковую урожайность сельскохозяйственных культур. Расчет затрат энергетических ресурсов позволяет определить экономически выгодный вариант.

При возделывании люцерны 1-го года основным лимитирующим фактором в получении 40...45 т/га зеленой массы оказалась влагообеспеченность (урожай без орошения составил 22 т/га). Оптимальные условия функционирования посева создавались при назначении поливов при снижении влажности расчетного слоя почвы до 70% НВ, внесении под вспашку (20...22 см) $N_{30}P_{60}$ и норме высева семян 15 кг/га

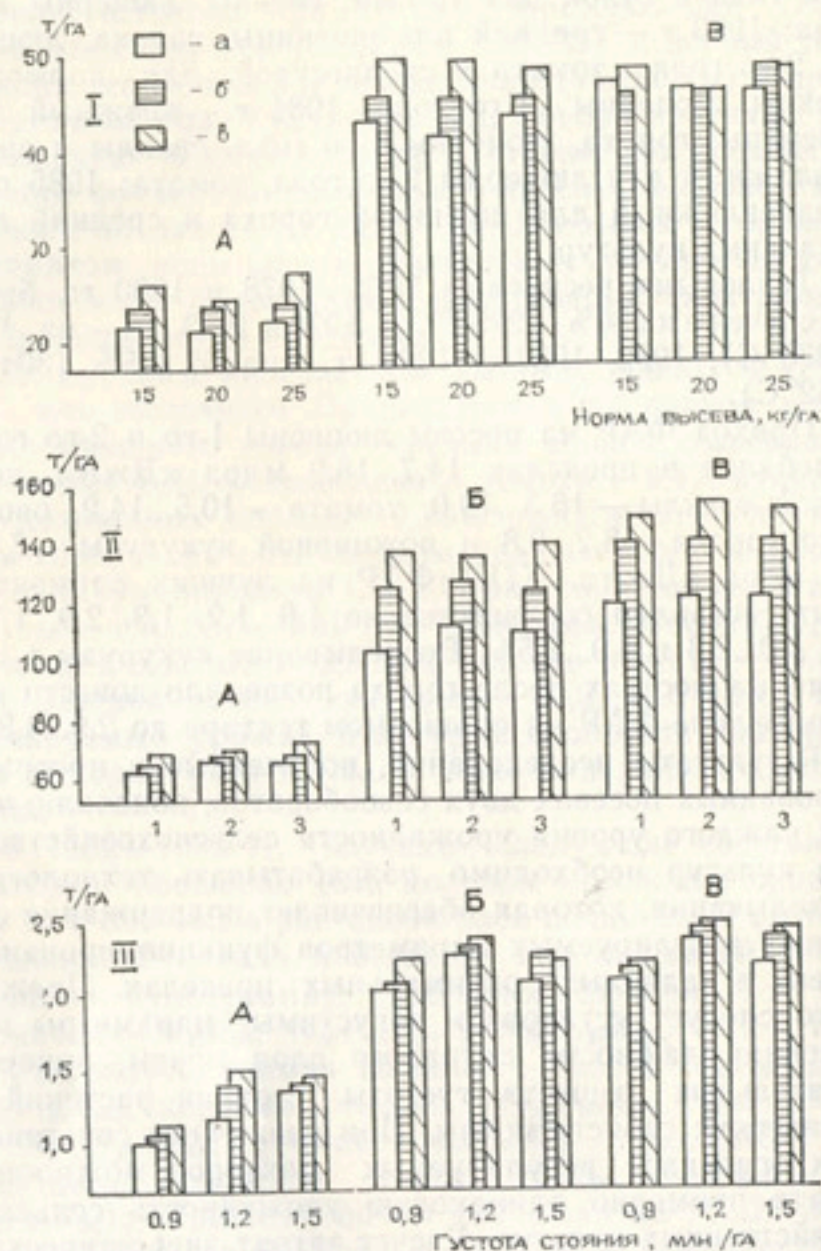


Рис. Урожайность культур севооборота в зависимости от орошения, удобрений, нормы высева (густоты стояния) и обработки почвы:
 I — люцерна первого года; II — кормовая свекла; III — овощной горох.
 А — без орошения, Б и В — поливы при 70 и 80% НВ: а, б, в — нормы удобрений (минимальная, средняя, максимальная); 1, 2 — вспашка на 20 и 30 см, 3 — разглубинная обработка

(рис., стр. 128). При таком сочетании нормированных факторов обеспечивалось экономное расходование воды, минеральных удобрений, семян, энергии. При этом коэффициент использования энергии (отношение полученной энергии с основным урожаем к затраченной на его получение) на посевах люцерны 1-го года жизни составлял 10,0...10,7, 2-го — 12,2...15,3, на вариантах при поддержании влажности почвы на уровне 80% НВ — соответственно 9,4...9,9 и 11,2...12,0.

Получение 6,6...6,7 т/га зерна озимой пшеницы при экономии оросительной воды, удобрений, затрат труда и энергии возможно при предположном пороге влажности почвы 70...100% НВ, дозе удобрений $N_{60}P_{60}$, норме высева семян 4...5 млн всхожих зерен на гектар и посевах по дискованию на 10...12 см.

Урожай кормовой свеклы также ограничивался в первую очередь влагообеспеченностью (урожайность без орошения составляла 64...66 т/га). Максимальная прибавка от орошения равнялась 79 т/га (рис.). Увеличение доз удобрений от $N_{90}P_{60}K_{60}$ до $N_{270}P_{180}K_{180}$ на орошаемом фоне дало дополнительно 33 т/га. Максимальный урожай (170...188 т/га) получен при назначении поливов при снижении влажности до 80% НВ, внесении $N_{270}P_{180}K_{180}$, проведении глубокой вспашки на 30...32 см или плоскорезной обработки на 20...22 см. Наиболее экономически выгодным с точки зрения энергетических затрат можно считать сочетание следующих факторов: режим орошения 70...100% НВ, доза удобрений $N_{270}P_{180}K_{180}$, плоскорезная обработка почвы. Урожай корнеплодов при этом достигает 168...172 т/га.

В двухпольном севообороте влияние орошения и удобрений на урожайность безрассадного томата было равноценным. При совместном действии этих факторов она повысилась на 29 т/га. При замене вспашки фрезерованием на фоне орошения и удобрений получено дополнительно 5 т/га (табл.). Фактический урожай томата в большинстве случаев соответствовал запланированным уровням (отклонение $\pm 10\%$). При внесении удобрений нормами, рассчитанными на урожай 60 т/га, урожайность была примерно такой же, как и при внесении рекомендованной дозы, но с меньшими затратами туков. Оптимальные условия выращивания 75 т/га плодов безрассадного томата создавались при поддержании

Урожайность культур в двухпольном севообороте
в зависимости от орошения, различных норм
удобрений и основных обработок почвы, т/га

Вариант	Планируемая урожайность, т/га	При орошении			Без орошения		
		вспашка	фре- зование	ярусно-чизель- ная обработка	вспашка	фре- зование	ярусно-чизель- ная обработка

Овощной горох на зерно

Без удобрений	—	2,4	2,1	2,4	1,8	1,8	1,7
N ₆₀ P ₆₀ рекомендуемая	2,5	2,6	2,3	2,7	1,9	1,9	1,8
N ₆₀ P _{0...60} расчетная I	2,5	2,6	2,4	2,7	1,9	1,9	1,9
N ₆₀ P _{0...120} расчетная II	3,0	2,6	2,3	2,6	1,9	1,8	1,9

Пожнивная кукуруза*

Без удобрений	—	30	29	31	13	12	12
N ₁₂₀ рекомендуемая	40	44	45	46	17	16	15
N _{60...90} P _{0...70} K _{0...60} расчетная I	30	46	44	45	15	16	14
N _{112...108} P _{0...140} K _{0...50} расчетная II	40	48	46	50	17	16	15

Томаты

Без удобрений	—	51	51	50	41	38	42
N ₁₂₀ P ₁₈₀ рекомендуемая	79	68	75	67	47	49	50
N _{60...96} P _{0...120} — расчетная I	60	66	71	64	51	51	52
N _{60...175} P _{0...100} расчетная II	70	70	75	67	46	48	51

* На кукурузе испытывали действие дискования (после предшествующих ярусно-чизельной обработки и фрезерования) и вспашки (после вспашки).

влажности почвы в пределах 75...100% НВ в слое 0...50 см, применении расчетных доз удобрений N_{60...175}P_{0...100} (колебания обусловлены плодородием почвы) на фоне фрезерования. При таком уровне урожайности растения томата формировали 9...13 т/га сухой биомассы, 60...65 тыс. м²/га листовой поверхности с фотосинтетическим потенциалом в 1,6...2,0 млн. га/дней, потребляли 220...250 кг/га азота, 70...120 кг Р₂О₅ и 370...450 кг К₂О; суммарное водопотребление из слоя 0...50 см составляло 430...460 мм/га.

За период вегетации сумма активных температур воздуха составляла 2500...2700°С, дефицит влажнос-

ти воздуха в посевах — 1000...1300 мб, относительная влажность воздуха — 55...65%, температура воздуха — 19...23°С, на поверхности почвы — 24...28°С, пахотного слоя почвы — 19...23°С.

В шестипольном севообороте 70 т/га плодов рассадного томата были получены на вариантах с вспашкой на 20...22 см, режимами орошения 80...100% НВ в слое 0...50 см, дозой удобрений N₁₂₀P₉₀K₆₀ и густотой стояния растений 40...45 тыс./га. Эти параметры очень близки к оптимальным, при которых формируется урожай безрассадного томата в 75 т/га.

В двухпольном севообороте, где горох высевали на прежнем месте через год, уже через две ротации наблюдалось сильное поражение его болезнями. За 1976—1980 гг. при орошении поражаемость растений фузариозом возросла с 22 до 36% по вспашке, с 10 до 38% по ярусно-чизельной обработке и с 6 до 60% по фрезерованию. Условием, ограничивающим длительное применение фрезерной обработки почвы в севообороте, является также возрастающая численность корневищных и корнеотпрысковых сорняков.

В среднем за 5 лет получено 2,6...2,7 т/га зерна овощного гороха при поддержании влажности почвы в слое 0,5 м не ниже 75...80% НВ, расчетных дозах удобрений (N₆₀P_{0...60}), по вспашке или ярусно-чизельной обработке. При этом густота стояния растений колебалась в пределах 1,1...1,2 млн/га. Оптимальные условия для их роста и развития создавались при сумме активных температур 1300...1500°С, сумме дефицитов влажности воздуха 700...830 мб, относительной влажности воздуха в посевах 60...70%, температуре воздуха 18...25°С, поверхности почвы — 22...26°С, пахотного слоя — 15...24°С. При этом горох формировал 8,5...9,5 т/га сухой биомассы, площадь листьев была равна 50...60 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал — 0,8...1,2 млн/га/дней. Для построения такой биомассы растения потребляли 240...260 кг/га азота, 55...60 кг Р₂О₅ и 100...120 кг К₂О. Суммарное испарение достигало 310...330 мм/га.

В шестипольном севообороте урожай гороха 2,1...2,4 т/га зерна обеспечивался на варианте с пахотой на 20...22 см, поливах при 70% НВ в слое почвы 0...50 см, дозе удобрений N₃₀P₃₀ и норме высева семян 1,2 млн/га (рис.). Коэффициент использования энергии при этом составлял 2,6.

При возделывании кукурузы в пожнивных посевах основными лимитирующими урожай факторами являлись сумма активных температур и влагообеспеченность растений. В 1976 и 1980 гг. из-за недостатка активных температур воздуха ($741...1035^{\circ}\text{C}$ вместо $1200...1500^{\circ}\text{C}$) урожайность зеленой массы кукурузы составляла $13,4...17,0$ т/га вместо запланированных $30,0...40,0$. В 1977—1979 гг. сумма активных температур была в пределах нормы. На фоне посева по дискованию при поддержании влажности почвы в слое $0,7$ м $75...80\%$ НВ, применении норм удобрений, рассчитанных на урожай $30,0$ т/га ($\text{N}_{60...90}\text{P}_{45...70}\text{K}_{0...60}$), получено $44...46, 40,0$ т/га ($\text{N}_{112...180}\text{P}_{0...140}\text{K}_{50...90}$) — $45...50$ т/га зеленой массы пожвливной кукурузы.

При формировании $45...50$ т/га зеленой массы растения кукурузы накапливали $5...7$ т/га сухого вещества, площадь листьев колебалась в пределах $130...150$ тыс. м^2 /га, суммарное водопотребление из слоя $0...70$ см составляло $140...225$ мм/га, вынос азота — $120...125$, фосфора — $35...40$, калия — $100...170$ кг/га. Оптимальное развитие растений происходило при сумме активных температур $1200...1500^{\circ}\text{C}$, дефиците влажности воздуха — $400...490$ мм, относительной влажности воздуха в посевах $65...75\%$, температуре воздуха $17...22^{\circ}\text{C}$, поверхности почвы — $19...24^{\circ}\text{C}$ и пахотного слоя почвы — $15...22^{\circ}\text{C}$.

Экспериментальные данные были обработаны по программе множественной корреляции. Установлена тесная связь продуктивности культур севооборота с дозами азотных и фосфорных удобрений, содержанием азота и фосфора в почве, объемной массой, водопотреблением и оросительной нормой. Полученные результаты свидетельствуют о возможности аппроксимации численных значений факторов среды при помощи простых регрессионных уравнений невысокой размерности. Модели малоинформативны, но могут быть использованы для прогнозирования и программирования урожайности овощных культур и пожвливной кукурузы только в строго установленных границах применимости (агроклиматическая зона, поле, технология возделывания). При имитационной динамической модели для зерновых культур погода—урожай (автор О. Д. Сиротенко) проведена количественная оценка формирования продуктивности овощного гороха на зерно. Проверка адекватности показала,

что имитационная модель обеспечивает прогноз прироста биомассы общей и по органам растений с точностью $12...20\%$, продуктивных запасов влаги по слоям — $19...22\%$, наступления фаз развития и сроков поливов — $1...3$ суток.

В производственных условиях поддержание оптимальных условий функционирования посевов позволило получить $6,6...7,6$ т/га зерна озимой пшеницы, $5,5...10,2$ кукурузы, $2,2$ овощного гороха, $85...90$ зеленой массы люцерны 1-го и 2-го годов жизни и $50...70$ т/га плодов томата против урожая в обычных посевах соответственно $3,7...5,2$, $2,9...5,2$, $1,8$, $70...90$ и $43...49$ т/га. При возделывании сельскохозяйственных культур при оптимальном сочетании урожаяобразующих факторов по сравнению с рекомендуемыми технологиями на $15...20\%$ с гектара сокращаются затраты на обработку, удобрения и семена.

Таким образом, уже на данном этапе развития земледелия имеется возможность формировать на орошаемых землях урожай по заранее составленной программе.

УДК 631.559

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ

В. Г. БУРДЮГОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

СтавНИИГиМ

За годы, прошедшие после майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС, в крае выполнена большая программа по ирригации. Площади орошаемых земель увеличились с 80 до 400 тыс. га. Под кормовые культуры отведено 76 , зерновые — 13 , бахчевые и др. — 11% . Сельскохозяйственное производство характеризуется стабильным ростом урожайности культур. С орошаемых земель, занимающих $8,4\%$ всей пашни, собирают более 22% всей валовой продукции расте-

ниеводства. Особенно эффективно орошение на востоке края, в зоне каштановых и светло-каштановых почв. Продуктивность поливного гектара в 1985—1986 гг. была в 3,5 раза больше, чем богарного. Более чем в 100 хозяйствах она достигала 80, а в 30 из них — 100 ц к. ед. Ставится задача получить в 1990 году в целом по краю по 100 ц к. ед. Для ее решения должен быть использован весь комплекс хозяйственно-экономических и социальных мероприятий. Среди них большое значение имеет внедрение метода программированного возделывания сельскохозяйственных культур.

В начале 70-х годов научными учреждениями края ставились отдельные опыты по выращиванию урожаев полевых культур по заданной программе. Попытки перенести эти разработки в практику колхозов и совхозов не дали хороших результатов из-за отсутствия организационных форм освоения этого метода. В то время применяли такой подход к программированию, когда из цепи технологического процесса выделяли одно из важных (регулируемых) звеньев, например, удобрения, и рассчитывали дозы внесения на каждое поле, где «программировали» урожай. На такой методический и организационной основе широкое внедрение программирования урожая осуществить было сложно, особенно без вычислительной техники.

К середине 70-х годов, когда были образованы отраслевые вычислительные центры и научные учреждения обеспечены ЭВМ, появились предпосылки для разработки региональной системы программирования урожая. Впервые такая система была создана в 1976 году в Ростовской области на базе ВЦ ЮжНИИГиМ и обслуживала 3 тыс. га орошаемых земель. Управление технологическими процессами на десятках полей колхозов и совхозов осуществляли с помощью динамических имитационных моделей урожая с.-х. культур на базе современных ЭВМ. Модели первого поколения позволяли с известной точностью рассчитывать важнейшие агротехнические операции (полив, внесение удобрений) и прогнозировать урожай. Опыт ростовчан был использован для организации в 1977 году при СХ ИВЦ ставропольской службы программирования урожая.

В СтавНИИГиМе новый метод выращивания урожая на орошаемых землях осваивается с августа

1. Структура посевных площадей с программируемыми посевами культур в Ставропольском крае, 1985 г.

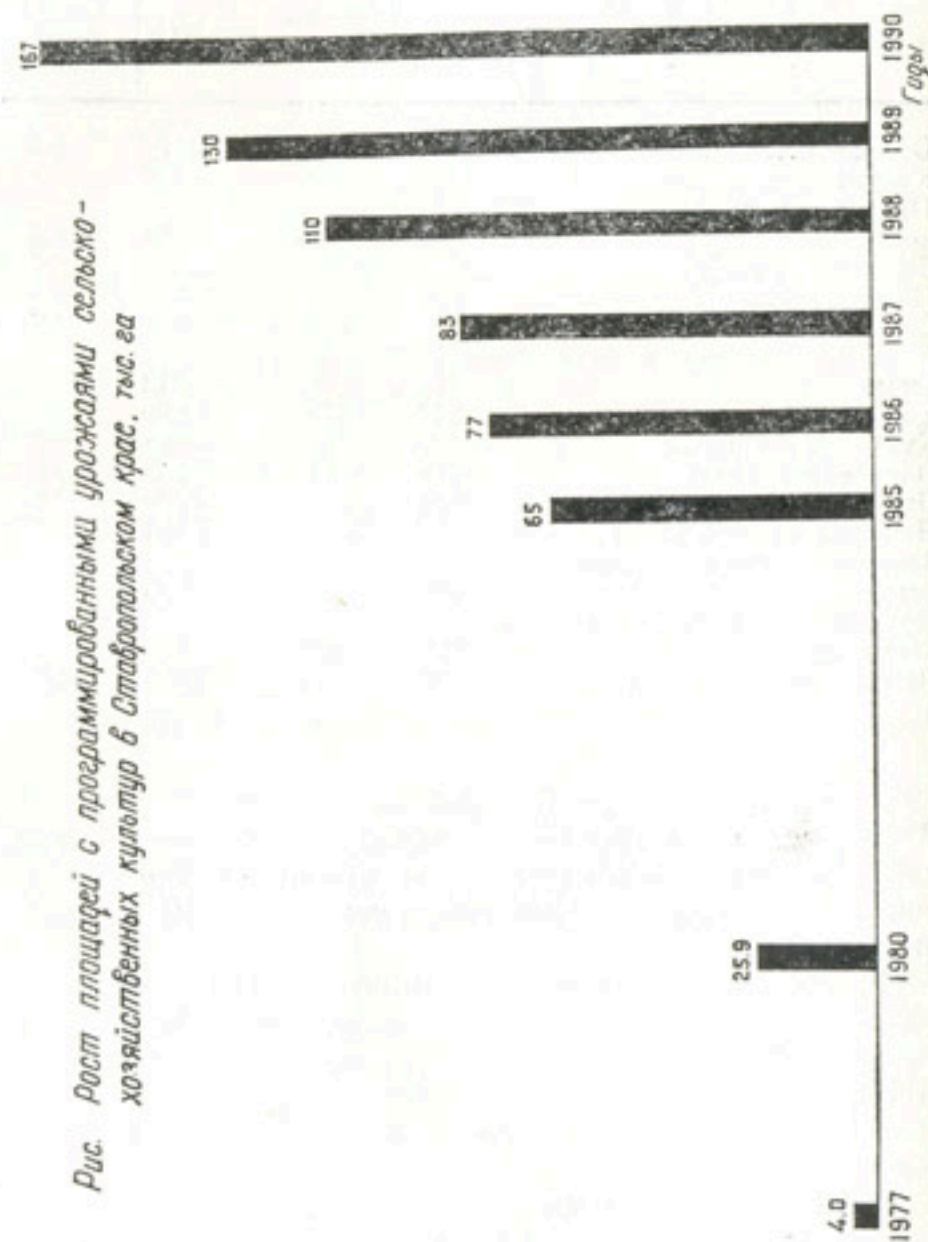
Культура	Площадь, га			% -ное отношение ко всей площади
	ИВЦ крайагропрома	СтавНИИГиМ	всего	
Озимая пшеница	2647	1510	4157	6.4
Кукуруза на зерно	7452	430	7882	12.1
Прочие зерновые и зернобобовые	132	223	355	0.5
Сахарная свекла	2373	—	2373	3.7
Подсолнечник	281	—	281	0.4
Соя	810	143	953	1.5
Картофель, овощи и бахчевые	713	500	1213	1.9
Кормовые корнеплоды	247	452	699	1.1
Кукуруза на силос	7400	3428	10828	16.7
Однолетние травы	5488	745	6233	9.6
Люцерна текущего года	4171	789	4960	7.6
Люцерна прошлых лет	9306	6288	15594	24.0
Злаковые травы прошлых лет	286	—	286	0.4
Долголетние культурные пастбища	128	200	328	0.5
Прочие культуры	7400	1425	8825	13.6
Всего:	48834	16133	64967	100.0

1975 г. лабораторией программирования урожая. В 1981 году для проверки и эксплуатации разработок лаборатории программирования урожая в бюро внедрения института организовали сектор из 10 специалистов.

Рост площадей с программированными урожаями полевых культур в Ставропольском крае, обслуживаемых ИВЦ крайагропрома и бюро внедрения СтавНИИГиМ, показан на рис., структура посевных площадей, где выращивался программируемый урожай, в табл. 1.

В настоящее время служба программированного выращивания урожая (СПВУ) представлена районными полевыми группами (в 1986 г. их было численностью 27 человек), группами оптимального управления и математического обеспечения (7 человек). Технической базой для эксплуатации математических моделей является ЭВМ ЕС 1035 и СМ-4. Полевые группы обследуют поля, отбирают образцы почвы

Рис. Рост площадей с программированными урожаями сельско-хозяйственных культур в Ставропольском крае, тыс. га



для определения НРК (не менее двух раз за сезон — весной и после уборки урожая), для люцерны и озимой пшеницы предусмотрен отбор биомассы, измерение густоты стояния растений и т. д. Для кукурузы даются биометрические характеристики без удаления растений с поля. В районах работают агрохимические лаборатории, в которых оперативно проводят анализы почвы по стандартным методикам. Дополнительную информацию о метеоэлементах, уровне и солевом составе грунтовых вод, необходимости проводить обработки против вредителей и болезней служба программирования получает от гидрометеообсерватории и районных метеостанций, станций защиты растений, геолого-мелиоративных партий.

Полученная с полей информация и результаты анализа почвы и растений преобразуются во входную информацию для ЭВМ. Рекомендации по срокам и нормам полива, срокам культивации, обработки посева гербицидами, проведения подкормок и прогнозу урожая поступают в хозяйство.

Специалисты группы оптимального управления выполняют следующие обязанности:

- прием информации о состоянии полей от районных полевых групп;

- подготовка и передача исходных данных по каждому полю для последующего расчета на ЭВМ;

- оперативное управление процессами роста и развития растений на основе математических моделей, имитирующих изменение агроценоза;

- совместно с районными полевыми группами контроль в течение вегетационного периода за выполнением рекомендаций ИВЦ на полях колхозов и совхозов, где программируется урожай;

- представление результатов проверки колхозов и совхозов по выполнению ими агротехнических рекомендаций краевому ИВЦ и районным комитетам агропрома, райкому КПСС;

- составление отчетов по всем хозяйствам зоны обслуживания о проделанной работе по программированному выращиванию урожая;

- проведение совещаний в осенне-зимний период со специалистами районных полевых групп и учебы со специалистами среднего звена по интенсивным технологиям выращивания сельскохозяйственных культур.

Обязанности группы математического обеспечения:

предварительный расчет прогноза метеоусловий на период вегетации, дальнейшая корректировка его с помощью фактических данных;

обработка исходной информации с полей и решение на ЭВМ задач оптимального управления процессами формирования урожая;

передача расчетов группе оптимального управления для проверки и доведения их до районных полевых групп.

С 1984 года обмен информацией между ИВЦ и полевыми группами, выдача рекомендаций, полученных с ЭВМ, осуществляются по телетайпам, что повышает оперативность как прямой, так и обратной связи.

Режим орошения на программируемых полях назначается на основе автоматизированной информационно-советующей системы оперативного планирования орошения (АИСС ОПО), разработанной совместно учеными УкрНИИГиМ и ГДР. Она внедрена в крае в 1984 году и решает задачи прогнозирования хода изменения влагозапасов в почве, назначения сроков и норм полива для каждого поля, составляет оперативные укомплектованные планы полива для совокупности полей севооборота. При дефиците ресурсов воды или техники полива с помощью этой системы решается задача использования имеющихся ресурсов с учетом приоритета культур и получения максимального суммарного эффекта от орошения.

Учеными СтавНИИГиМа и ЮжНИИГиМа разработаны алгоритмы планирования агрокомплекса для 14 основных с.-х. культур, выращиваемых на Северном Кавказе. В Ипатовском районе применялась уже более совершенная форма технологического документа — автоматизированная система проектирования технологии для каждого конкретного поля «Технолог», составленная совместно с научным сотрудником Агрофизического института В. А. Платоновым. Подготовлены программы по кукурузе на зерно и силос, озимой пшенице, сахарной свекле, люцерне, томатам. В них введено 30...40 исходных данных, отличающих одно поле от другого. Заполняя бланки входной информации, агроном из предлагаемого «перечня» возможных параметров выбирает характерные для его

конкретного поля. На ЭВМ проектируется технология для данного поля, указываются минимум технологических операций и типичный для этой зоны набор параметров и сельхозтехники. Основой для разработки программы «Технолог» явились принятые в крае «Системы земледелия» и «Система ведения сельского хозяйства».

Важнейшие преимущества автоматизированного проектирования перед ручным:

в алгоритмы принятия технологических решений включается информация, по объему значительно превосходящая знания отдельного агронома;

возможна быстрая корректировка этих алгоритмов в соответствии с вновь появившейся информацией;

исключаются ошибочные действия технолога;

уменьшается субъективизм при назначении комплекса агротехнических мероприятий;

существенно ускоряется и удешевляется процесс проектирования.

Опыт применения моделей технологии в Ипатовском районе показал, что агрономы охотно используют технологические рекомендации в режиме планирования. Это избавляет их от рутинных действий при выдаче технологических заданий для каждого поля, позволяет осуществлять контроль за исполнением технологии, делать анализ фактических и планируемых агротехнических мероприятий.

С 1987 года в крае эксплуатируется программа расчета доз удобрений в системе культур севооборота «Кавказ», разработанная Кубанским филиалом ВНИИПТИХИМ.

Использование моделей разного класса и назначения показало, что в методическом обеспечении программирования урожая наиболее перспективны не сложные блочные модели, а пакеты программ по основным факторам жизнеобеспечения. Служба программирования уже имеет автономные программы по расчету режима орошения, доз удобрений, роста и развития агроценоза, технологии; из них центральная, связующая все остальные, — программа «Технолог».

Лаборатория программирования урожая сосредоточивает экспериментальный материал для разработки и идентификации математических моделей урожая. Многофакторные полевые опыты с необходимыми сопутствующими измерениями позволяют получить ис-

ходные данные для построения и идентификации имитационных моделей.

Для успешного использования динамических моделей урожая, моделей технологии, ИСС ОПО, программы расчета доз удобрений необходима система информации о почве, технологии, водных ресурсах, метеорологии. Для этой цели в СтавНИИГиМе разрабатываются автоматизированные банки данных (АБД) по соответствующим направлениям. Уже функционирует метеобанк с данными 18 метеостанций края по 9 метеопеременным за 10...25 лет, совместно с ВЦ института осуществляется программа создания АБД, объединенная в систему почва—погода—урожай.

На полях, где применяли метод программирования урожая, по большинству культур достигнуто превышение его (табл. 2).

За период с 1977 по 1986 год с площадей с программированным выращиванием урожаев сельскохозяйственных культур было получено сверхплановой продукции на сумму 12 млн. руб., или в среднем по 36 руб./га (табл. 3). Среднегодовые затраты на содержание службы программирования урожая составили 6,6% стоимости дополнительно полученной продукции.

При использовании метода программирования урожая имеется много резервов в повышении эффективности орошаемого поля. Это в основном связано с децентрализацией управления технологическими процессами на поле, которую можно осуществить, снабдив специалистов персональными ЭВМ. В этом случае при наличии набора программ по основным производственным ситуациям, технологии, сведениям о почве, метеорологии, сортам и наличию ресурсов агроном может планировать и грамотно проектировать формирование урожая. ИВЦ станут методическими и информационными центрами, которые смогут снабжать разнообразной фондовой информацией РАПО и отдельные хозяйства. Первый проект по насыщению хозяйств и районных служб персональными ЭВМ осуществляется в Шпаковском районе Ставропольского края при сотрудничестве и непосредственном участии специалистов Народной Республики Болгарии. В качестве персональных ЭВМ будут использоваться отечественные СМ-1840 и болгарские

2. Программируемая (1) и непрограммируемая (2) урожайность основных сельскохозяйственных культур в Ставропольском крае (1983—1986 гг.), т/га

Культура	1983		1984		1985		1986	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Озимая пшеница	4,65	3,81	4,24	3,79	4,41	3,64	4,53	3,52
Кукуруза на зерно	4,60	2,74	4,89	3,56	5,96	5,27	4,67	3,19
Кукуруза на силос	38,5	22,6	41,4	35,8	40,1	38,2	37,3	28,3
Люцерна прошлых лет	42,0	24,1	39,8	39,1	41,1	40,8	48,4	36,6
Сахарная свекла	35,8	14,8	30,9	29,0	41,7	34,5	29,5	26,6
Кормовая свекла	67,0	27,9	—	—	51,8	39,9	48,3	44,3

3. Экономическая эффективность выращивания программируемых урожаев в Ставропольском крае (1977—1986 гг.)

Годы	Объем внедрения, тыс. га	Получено сверхплановой продукции		Затраты на содержание службы программирования		Валовой сбор в кормовых единицах с программируемых площадей, тыс. т
		всего, тыс. руб.	на 1 га, руб.	на 1 га, руб.	в % к сверхплановой продукции	
1977	1,4	208	52,2	4,0	7,7	22,3
1978	14,6	1083	74,2	3,7	5,0	392,0
1979	26,4	1297	49,1	2,3	4,7	723,5
1980	25,9	594	22,9	2,6	11,4	701,5
1981	28,7	723	25,2	2,2	8,9	963,4
1982	32,9	1628	31,2	2,3	7,3	1665,9
1983	26,5	423	16,0	2,8	17,7	1296,6
1984	51,2	1516	35,3	2,1	5,9	5101,1
1985	65,0	2181	44,7	1,9	4,3	4436,1
1986	84,5	3500	41,6	1,2	3,0	5456,3
Итого		12556	36,2	2,4	6,6	

«Правец-8» и «Правец-16». Проект «АСУ-район» подготовлен Всесоюзным институтом сельскохозяйственной кибернетики. Программирование урожая из пока еще изолированной системы управления агроценозом станет составной частью автоматизированной системы управления сельскохозяйственным производством (АСУП) в масштабах района, области, страны в целом. Персональные ЭВМ в руках практического специалиста станут инструментом для принятия объективных и рациональных хозяйственных решений. Конечно, ЭВМ полностью не заменяет агронома или других специалистов. Она позволяет оперативно просчитать варианты решений и выбрать оптимальный. Кроме того, при любой вычислительной технике в эффективном внедрении метода программирования урожая большую роль играют прогрессивные формы организации и оплаты труда.

УДК 631.559

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДА ПРОГРАММИРОВАНИЯ УРОЖАЕВ

И. А. БОЖКО, кандидат экономических наук
В. А. ШАДСКИХ, кандидат сельскохозяйственных наук
ВолжНИИГиМ

Научными учреждениями Поволжья разработана система мероприятий по комплексному регулированию факторов жизнедеятельности растений, позволяющая выращивать сельскохозяйственные культуры по заранее составленной программе. Ее суть заключается в совершенствовании технологии возделывания с.-х. культур за счет посева новых, более продуктивных сортов и гибридов, проведения рациональных способов обработки почвы, соблюдения оптимальных режимов орошения, доз и сроков внесения минеральных удобрений, применения пестицидов и регуляторов роста. Для анализа ситуаций, складывающихся в том или ином случае, и выработки решений используют электронно-вычислительные машины.

Многолетние исследования ВолжНИИГиМа показали, что продуктивность сельскохозяйственных культур лимитируется рядом факторов. Так, для яровой пшеницы важное значение имеет стойкость к полеганию. В связи с этим наиболее эффективно возделывание короткостебельных сортов, как, например, яровой пшеницы Салют, выведенной Краснодарским НИИСХ. Из сортов твердой пшеницы высокоурожайна (5,0 и более т/га) Безенчукская 139, районированная на орошаемых землях Саратовской области. Однако она подвержена полеганию и слабо отзывается на внесение удобрений и увеличение норм полива. Усилия селекционеров должны быть направлены на выведение сортов интенсивного типа. Только на их основе возможно программирование урожаев.

В Саратовской области продуктивность озимой пшеницы лимитируется ее зимостойкостью. Районированные сорта сравнительно устойчивы к воздействию низких температур осенне-зимнего периода, но в отдельные годы посевы полностью погибают, поэтому она должна возделываться в сочетании с яровой пше-

1. Урожайность люцерны при щелевании (числитель) и без щелевания (знаменатель) в среднем за 1984—1985 гг.

Дозы удобрений, кг/га д. в.	Урожай зеленой массы за 3 укоса, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
P ₁₂₀ K ₆₀	58,4/61,5	0,82/0,86
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀	65,1/60,3	0,8/0,79
N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₆₀	69,2/65,4	0,74/0,72
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₆₀	67,6/64,0	0,77/0,74

ницей как страховой культурой. Это позволит снизить ущерб от неблагоприятных погодных условий.

В опытах ВолжНИИГиМ наиболее продуктивным оказался сорт Краснодарская 39. При интенсивном режиме орошения и внесении повышенных доз удобрений получали 6,4 т/га зерна. Однако он не обладает устойчивостью к полеганию и необходимо применение регуляторов роста (препарат ТУР).

Серьезная проблема при возделывании многолетних трав, в частности люцерны, — переуплотнение почвы. Установлено, что улучшению ее состояния способствует двукратное щелевание. Причем более высокая прибавка урожая получена на вариантах с щелеванием весной и после второго укоса и внесением минеральных удобрений (табл. 1).

ВолжНИИГиМ проводит исследования по минимализации обработки почвы под кукурузу на силос. Выявлено, что продуктивность ее не снижается при замене отвальной вспашки на 25...27 и 30...32 см плоскорезной обработкой на ту же глубину (табл. 2).

Информация, полученная в результате проведения многофакторных опытов, используется при разработке математических моделей роста и развития растений. С помощью программ, реализованных на ЭВМ ЕС-1020, определяют сроки и нормы поливов, рассчитывают дозы удобрений, сроки отдельных агромероприятий, даты уборки и величин урожая.

Метод программированного выращивания урожая (ПВУ) представляет собой замкнутый цикл работ, состоящий из двух тесно связанных этапов. На первом производят расчет необходимых агромероприятий для получения запрограммирован-

2. Продуктивность кукурузы при различных нормах удобрений и способах обработки почвы (в среднем за 1983—1985 гг.)

Норма удобрений, кг/га д. в.	Способы обработки почвы	Максимальная площадь, лис- тьев, тыс./м ²	Чистая про- дуктивность фотосинтеза, г/м ² в сутки	Урожай зеленой массы, т/га	Коэффициент водопотребле- ния, м ³ /т
Без удобрений	Отвальная вспашка на 25...27 см	35,4	10,6	45,3	0,68
	То же на 30...32 см	36,0	10,6	46,7	0,72
	Плоскорезная обработка на 25...27 см	35,3	10,3	44,2	0,71
	То же на 30...32 см	34,7	10,6	48,0	0,68
N ₁₄₀ P ₁₂₀ K ₆₀	Отвальная вспашка на 25...27 см	36,7	11,1	56,0	0,55
	То же на 30...32 см	36,2	11,4	58,1	0,58
	Плоскорезная обработка на 25...27 см	39,5	10,2	59,4	0,53
	То же на 30...32 см	39,3	10,1	58,7	0,54
N ₁₈₀ P ₁₄₀ K ₆₀	Отвальная вспашка на 25...27 см	45,8	11,3	60,7	0,51
	То же на 30...32 см	42,3	11,4	61,5	0,55
	Плоскорезная обработка на 25...27 см	43,6	11,3	61,6	0,50
	То же на 30...32 см	43,6	10,9	62,1	0,52
N ₂₀₀ P ₁₆₀ K ₆₀	Отвальная вспашка на 25...27 см	43,5	11,9	63,0	0,49
	То же на 30...32 см	46,6	11,6	62,9	0,54
	Плоскорезная обработка на 25...27 см	41,2	12,0	63,6	0,49
	То же на 30...32 см	37,5	12,3	64,5	0,50

ного урожая. При этом учитывают, что поле должно быть чистым от сорняков, с хорошими по водно-физическим свойствам почвами, заправлено с осени необходимым количеством удобрений, выровнено и увлажнено до посева. Параметры, характеризующие предпосевное состояние почвы, фиксируют в паспорте поля и используют для разработки технологии получения заданного урожая.

Для примера приводим параметры поля №1 совхоза «Осиновский» Энгельсского района Саратовской области, наиболее полно соответствующего полям с программированными посевами:

Тип почвы	Темно-каштановый
Водно-физические свойства почвы:	
наименьшая влагоемкость слоя 0...50 см, %	23,5
Скважность, %	50...55
Объемная масса слоя 0...30 см, г/см ³	1,15...1,25
Глубина залегания грунтовых вод, м	25...27
Вид засоления	—
Предшественник	Однолетние травы
Глубина вспашки, см	25...27
Вносимые удобрения в засушливые годы	N ₇₀ P ₈₀ K ₀
Выровненность, см	± 10
Обеспеченность почвы 0...50 см, мг на 100 г	
азотом (N ₀₃)	2,5...2,8
фосфором (P ₂ O ₅)	2,8...3,0
калием (K ₂ O)	25...30
Способ полива	Дождевание

На втором этапе ПВУ предусматривается приведение в течение вегетации к оптимальным значений управляемых факторов внешней среды (влажность почвы, содержание NPK). С этой целью на обследуемых полях регулярно с интервалом в 10...12 дней отбирают почвенные и растительные образцы и доставляют в лабораторию массовых анализов. Затем результаты передают в вычислительный центр, а полученные рекомендации (табуляграммы) — в хозяйства для проведения поливов, внесения удобрений и т. д.

В 1984—1986 гг. ВолжНИИГиМ внедрял метод программирования урожаев в хозяйствах Саратовской и Астраханской областей на общей площади около 120 тыс. га. Были составлены технологические карты возделывания каждой культуры, определены оптимальные нормы минеральных удобрений (на основе картограмм), коэффициенты использования питательных веществ и планируемые урожаи, рекомендованы режимы орошения, мероприятия по защите растений от сорняков, болезней и вредителей. Для управления процессом роста и развития сельскохозяйственных культур (кукуруза, люцерна) на орошаемых землях использовали математические модели. В результате на таких посевах урожайность культур была на 18—20% выше, чем на производственных.

Для успеха работы по программированию урожая

ев важное значение имеет отбор хозяйств, где будет осуществляться внедрение этого метода. В настоящее время не каждое из них вследствие различной оснащенности и уровня производства сможет обеспечить выполнение рекомендуемой технологии. Возникает необходимость в разработке критерия оценки хозяйств. Им может быть технологический проект выращивания запрограммированных урожаев, при составлении которого учитывают уровень расчетного урожая и необходимых ресурсов как для выращивания отдельных культур, так и для хозяйства в целом. Например, в условиях Саратовского Заволжья при запрограммированном урожае кукурузы на силос в 60,0 т/га на площади 570 га с удовлетворительной мелиоративной обстановкой в острозасушливый год требуется проводить 5 поливов оросительной нормой 3100 м³/га. Для поддержания данного режима орошения следует использовать 7 дождевальных машин «Фрегат» однопозиционного действия или 5 ДФ-120 «Днепр», КПД проводящей сети должен быть 0,95, суммарный расход воды — 600 л/с, гидромодуль — 0,87 л/с/га, потребный объем воды на всю площадь за вегетацию брутто 2200 тыс. м³.

Необходимое для получения указанной урожайности количество азотных удобрений (в туках) составляет 6,5, фосфорных — 4,0, калийных — 1,5 ц/га. Доза эрадикана 7 л/га.

Кроме того, проводят обследование хозяйств по степени готовности машинно-тракторного парка, оросительной сети, дождевальных машин, обеспеченности кадрами и другим факторам. В тех хозяйствах, где имеется большое различие проектных и фактических ресурсов, работа по программированию не проводится до тех пор, пока они не будут оснащены всем необходимым.

ЗНАЧЕНИЕ СЕВОБОРОТОВ И ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ПОЛУЧЕНИИ ПРОГРАММИРОВАННЫХ УРОЖАЕВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ЗАВОЛЖЬЯ

В. А. ЯРОСЛАВСКИЙ, Е. А. БЕЛОГЛАЗОВ —

кандидаты сельскохозяйственных наук

НИИСХ Юго-Востока

Многочисленные исследования показывают, что важный резерв повышения эффективности использования орошаемых земель — совершенствование структуры посевных площадей путем подбора наиболее урожайных и ценных культур, выращивание двух урожаев в год.

По мнению ряда исследователей, на орошаемых черноземах и каштановых почвах с повышением культуры земледелия можно уменьшить число глубоких обработок почвы в севообороте и шире внедрять плоскорезную обработку почвы. Однако для условий темно-каштановых почв Саратовского Заволжья эти вопросы изучены недостаточно. С этой целью на Ершовской опытной станции орошаемого земледелия НИИСХ Юго-Востока (центральная часть Сыртового Заволжья) с 1982 г. проводятся опыты по определению влияния севооборотов с различным насыщением кормовыми и зерновыми культурами (табл. 1) на плодородие почвы, изучаются системы основной обработки почвы в зернокармном севообороте (табл. 2).

Опыты закладывали в 1982, 1983 и 1984 гг. В данной работе представлены результаты исследований по первым четырем культурам севооборотов. Дозы удобрений вносили из расчета $N_{114}P_{68}K_{40}$ на га севооборотной площади, что обеспечивает получение урожая зерна яровой пшеницы около 4,0, озимой — 5,5...6,0, люцерны — 50,0...60,0 т/га зеленой массы.

Повторность опытов трех-, четырехкратная, расположение вариантов систематическое, размер делянок 330...450 м².

Почвы темно-каштановые, тяжелосуглинистые, содержание гумуса в слое 0...30 см колеблется от 3,0

1. Схема севооборотов

№ поля	Первый	Второй	Третий
1. Люцерна под покровом яровой пшеницы			Горохоовсяная смесь + люцерна
2. Люцерна 2-го года жизни	Люцерна 2-го года жизни	Люцерна 2-го года жизни	Люцерна 2-го года жизни
3. То же 3-го	То же 3-го	То же 3-го	То же 3-го
4. Яровая пшеница	То же 4-го	То же 4-го	То же 4-го
5. Озимая пшеница + пожнивные	Яровая пшеница	Кукуруза, зерно	
6. Кукуруза, силос	Озимая пшеница + пожнивные	Кукуруза, з/корм	
7. Яровая пшеница	Кукуруза, силос	Озимая рожь на з/корм + поукосные	
8. Озимая пшеница + пожнивные	Яровая пшеница	Корнеплоды	
Зерновые, %	62,5	50,0	12,5
Кормовые, %	37,5	50,0	87,5
Пожнивные, %	25,0	12,5	12,5

2. Схема основной обработки почвы в севообороте

Культуры севооборота	Варианты основной обработки						
	1 кон-троль	2	3	4	5	6	7
1. Люцерна под покровом яровой пшеницы	30	30	27	22	12	12	П—30
2—3. Люцерна 2-го...3-го годов жизни	—	—	—	—	—	—	—
4. Яровая пшеница	27	22	27	30	22	30	27
5. Озимая пшеница + пожнивные	22	12	27	22	12	12	П—22
6. Кукуруза	30	30	27	22	30	22	П—30
7. Яровая пшеница	27	22	27	22	12	27	27
8. Озимая пшеница + пожнивные	22	12	27	30	22	30	П—22

- * Примечание: 1. Под пожнивные посевы проводится рыхление почвы на 10...12 см.
2. Глубина вспашки плугом с предплужниками обозначена индексами 22, 27, 30, мелкая обработка — 12 и плоскорезная — П (с глубиной рыхления 22 и 30 см).

до 3,4, 30...40 см — от 2,1... до 2,5%. Обеспеченность подвижными формами фосфора (по Мачигину) средняя, доступным калием (по Протасову) — высокая. Реакция почвенного раствора щелочная — 7,8 pH. Анализ состава поглощенных оснований подтверждает отсутствие в почве признаков солонцеватости. Количество осадков с мая по август при среднемноголетней норме 117 мм в 1982 и 1984 гг. составляло 118 и 115, 1983 и 1985 — 164 и 142, 1986 — 80 мм.

Агротехника общепринятая. Полив осуществляли дождевальными машинами ДДА-100 МА. За время вегетации влажность в активном слое почвы поддерживали не ниже 70...80% НВ. Оросительные нормы на посевах подпокровной люцерны составляли 2550...5300, люцерны второго-четвертого годов жизни — 4050...7800, яровой пшеницы — 2150...2550, озимой пшеницы — 3850 м³/га, суммарное водопотребление люцерны — 6962...7761, озимой пшеницы — 5721, яровой пшеницы — 4469...5258 м³/га. Наибольший расход воды за 4 года наблюдался в звене севооборота: люцерна под покров горохоовсяной смеси, четыре года люцерна — 29558 м³/га. С увеличением доли зерновых культур в севооборотах он сократился и в звене: яровая пшеница + люцерна, два года люцерна, яровая пшеница — достиг 26846 м³/га.

Урожайность сельскохозяйственных культур изменялась в зависимости от насыщения звеньев севооборотов зерновыми и кормовыми культурами (табл. 3).

Продуктивность звеньев севооборотов возрастает с увеличением доли кормовых культур. Однако следует отметить, что условно чистый доход на посевах люцерны третьего года пользования составил 208,33...220,34 руб./га, в то время как яровой пшеницы по пласту люцерны — 307,15.

Установлено, что в севообороте на посевах люцерны плотность сложения пахотного слоя почвы мало зависела от приемов основной обработки почвы (величина объемного веса в слое 0...30 см на посевах люцерны третьего года жизни по вариантам обработки не превышала 1,26 г/см³), засоренность была различной (табл. 4).

Перед закладкой опыта в среднем за 1981—1983 гг. на одном квадратном метре насчитывалось 32,1 шт. сорняков, в т. ч. 10,7 шт. многолетних, в основном корнеотпрысковых. На посевах люцерны третьего го-

3. Продуктивность сельскохозяйственных культур в звеньях орошаемых севооборотов

Культуры севооборота	Урожайность основной продукции, т/га	Сбор в кормо-протеиновых ед. всего, ц/га	Условно-чистый доход, р./га
Севооборот 1			
1. Яровая пшеница + люцерна	3,92	54,7	262,68
2. Люцерна	53,0	169,5	457,96
3. То же	43,6	139,5	326,25
4. Яровая пшеница	4,13	57,6	307,15
Всего		421,3	1354,04
Севооборот 2			
1. Яровая пшеница + люцерна	3,86	53,9	254,28
2. Люцерна	53,0	169,5	479,96
3. То же	45,6	145,9	363,33
4. То же	31,4	100,5	208,33
Всего		469,8	1305,90
Севооборот 3			
1. Горох + овес + люцерна	41,0	88,2	228,87
2. Люцерна	59,5	190,4	560,22
3. То же	48,7	155,9	407,26
4. То же	31,5	100,7	220,34
Всего		535,2	1416,69

4. Засоренность посевов в звене орошаемого севооборота

Варианты обработки почвы	Количество сорняков (всего/многолетние), шт./га	
	яровая пшеница + люцерна, в среднем за 1982—1984 гг.	люцерна 3-го года жизни, в среднем за 1984—1985 гг.
1. Вспашка на 28...30 см	35,3/9,8	35,0/34,0
3. То же на 25...27 см	26,2/10,2	30,9/33,0
4. То же на 20...22 см	26,2/13,6	30,9/30,5
5. Обработка на 10...12 см	34,2/16,2	21,4/20,6
7. Рыхление на 28...30 см	29,3/9,4	19,4/19,0

5. Урожайность сельскохозяйственных культур
в звене орошаемого севооборота в зависимости от приемов
основной обработки почвы, т/га

Вари- ант	Глубина обработки		Яровая пшеница + люцерна, в ср. за 1982— 1984 гг.	Люцерна 2-го года жизни, в ср. за 1983— 1985 гг.	Люцерна 3-го года жизни, в ср. за 1984— 1985 гг.	Яровая пшеница, 1986 г.	Сбор продукции — всего, ц к. пр. ед.	Условно чистый доход — всего, р./га
	под лю- церну	пласт люцерны						
1	30	27	2,80/4,2	77,5	65,6	4,88	577,0	2146,23
2	30	22	2,80/4,2	77,5	65,6	4,98	578,4	2157,91
3	27	27	2,81/4,3	78,1	66,2	4,80	580,3	2157,88
4	22	30	2,68/4,5	77,4	63,2	4,93	569,1	2111,03
5	12	22	2,82/4,4	78,6	62,2	4,58	566,2	2092,49
6	12	30	2,82/4,4	78,6	62,2	4,75	568,6	2107,35
7	П—30	27	2,81/4,2	76,6	65,8	5,52	583,8	2200,01

Примечание. В числителе — зерно яровой пшеницы, в знаменателе — зеленая масса люцерны.

да жизни резко возросла засоренность многолетни-
ми сорняками, особенно на вариантах с отвальными
вспашками.

Урожайность люцерны мало зависела от приемов
основной обработки почвы (табл. 5). Однако на по-
севах третьего года жизни более высокой она была
при обработке на 25...30 см — 65,6...66,2 т/га зеленой
массы. При распашке пласта люцерны наивысший
урожай зерна яровой пшеницы, сбор продукции в
кормопроteinовых единицах и условно чистый доход
получены на варианте с отвальной вспашкой на 25...
27 см на фоне предшествующей глубокой безотваль-
ной обработки. Практически такие же результаты
были и при постоянной отвальной вспашке на 25...
27 см.

ВЫВОДЫ

1. Наивысшую продуктивность обеспечило звено
севооборота с тремя полями люцерны.

2. В звене севооборота: яровая пшеница + люцер-
на, два года люцерна, яровая пшеница — целесооб-
разно проводить под люцерну глубокое безотвальное
рыхление, а пласт люцерны распахать на 25...27 см.

УДК 631.51:631.582:633.11

ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ОЗИМУЮ ПШЕНИЦУ В РАЗЛИЧНЫХ ЗВЕНЬЯХ ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА

О. Г. ЧАМУРЛИЕВ

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

О влиянии различных способов обработки почвы
на водно-физические свойства пахотного слоя, засо-
ренность посевов и продуктивность озимой пшеницы
свидетельствуют немногочисленные научные данные
сельскохозяйственных учреждений страны. И совер-

шенно недостаточно публикаций по длительному применению различных систем основной обработки в орошаемых севооборотах.

Эффективность поверхностных и плоскорезных обработок под озимую пшеницу Краснодарская 39 изучалась нами в ОПХ «Орошаемое» ВНИИОЗ с 1975 года в стационарном опыте-севообороте: 1 — яровая пшеница с подсевом люцерны, 2, 3 — люцерна; 4 — яровая пшеница; 5, 6 — озимая пшеница; 7 — кукуруза на силос; 8 — озимая пшеница. В статье представлены результаты исследований по пяти системам основной обработки почвы под озимую пшеницу в трех звеньях (зерновом, зернотравяном, зернопропашном);

А. Отвальная разглубинная вспашка (контроль);

Б. Мелкая обработка — дисковое лущение на 10...12 см;

В. Сочетание вспашки и мелкой обработки;

Г. Сочетание вспашки и плоскорезной обработки с оставлением стерни и посевом сеялкой СЗС-9;

Д. Плоскорезная разглубинная обработка с оставлением стерни и посевом сеялкой СЗС-9.

Повторность опыта четырехкратная, размер посевной площади делянок 240...400, учетной — 160 м².

Почвы опытного участка светло-каштановые, комплексные солонцеватые, тяжелосуглинистые с мало-мощным гумусовым горизонтом (24 см), содержание гумуса в пахотном слое 1,61%.

Тип засоренности малолетний, способ полива — дождевание агрегатом ДДА-100М.

Отвальную вспашку проводили плугом ПН-4-35, мелкую обработку — дисковой тяжелой бороной БДТ-2,2, плоскорезную — плоскорезом-глубокорыхлителем КПГ-250.

Агротехника выращивания озимой пшеницы на вариантах с отвальной вспашкой и мелкой обработкой включала послеуборочное лущение жнивья, основную обработку, предпосевную культивацию и посев обычной сеялкой, с плоскорезной обработкой — боронование БИГ-3 после уборки предшественника, затем основную обработку КПГ-250, закрытие влаги после влагозарядки бороной БИГ-3, посев стерневой сеялкой СЗС-9.

Под основную обработку почвы вносили минераль-

ные удобрения в дозах: N₉₀₋₁₀₀, P₉₀₋₁₂₀, K₄₅ кг д. в. на 1 га весной N₆₀.

Предполивной порог влажности почвы поддерживали на уровне 70...75% НВ. Под озимую пшеницу давали влагозарядковый полив нормой 800 м³/га.

В создании оптимального водного, воздушного, теплового и питательного режимов большое значение имеет объемная масса почвы. При мелких обработках в большинстве случаев отмечалось более плотное сложение пахотного слоя 0...30 см. На участках с плоскорезной обработкой объемная масса почвы была почти такой же, как и на контроле.

Водопотребление растений зависит как от биологических особенностей, так и от состояния и водопроницаемости почвы. Независимо от предшественников скорость впитывания воды в первые 60 минут на варианте с плоскорезной обработкой была в 1,5 раза выше, чем при вспашке, и в 2 раза, чем при мелкой обработке. К концу второго часа она стабилизировалась с относительно небольшой разницей в показателях по изучаемым вариантам.

Оптимальное обеспечение почвы влагой — одно из главных условий получения высоких урожаев озимой пшеницы. На опытах с мелкой обработкой на 10...12 см в начале и конце вегетации наблюдалась тенденция к пониженной предполивной влагообеспеченности активного слоя почвы, с плоскорезной обработкой с оставлением стерни уровень влажности почвы чаще был таким же, как на контроле.

Анализ результатов (табл. 1—3) показывает, что в зерновом звене севооборота оросительная вода наиболее продуктивно используется при проведении плоскорезной обработки, зернотравяном — мелкой обработки, зернопропашном — на контроле.

Наибольшая биологическая активность почвы на всех вариантах обработки наблюдалась в верхнем (0...10 см) горизонте с постепенным затуханием по глубине почвенного профиля. В этом же слое разложение клетчатки во всех звеньях протекало более интенсивно на вариантах с бесплужными обработками. В слое почвы 0...30 см скорость минерализации органического вещества была выше на контроле.

Сравнение вариантов обработки почвы по содержанию элементов питания в пахотном слое свидетельствует о том, что весной содержание нитратного азо-

1. Водопотребление озимой пшеницы в зависимости от систем основной обработки почв в зерновом звене севооборота (1976, 1978 гг.)

Вариант систем	Обработка почвы в звене		Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
	яровая пшеница	озимая пшеница			
А (контроль)	Вспашка 28...30 см		5161,0	4,53	1139,3
Б	Лущение на 10...12 см		5297,0	4,95	1070,1
В	Вспашка на 28...30 см		—	—	—
Г	То же Плоскорезная обработка на 20...22 см с оставлением стерни, посев СЗС-9		5352,0	5,05	1059,8
Д	Плоскорезная обработка на 20...22 см с оставлением стерни, посев СЗС-9		5207,0	5,36	971,5

та в слое 0...30 см, образующегося в результате жизнедеятельности микроорганизмов, увеличилось при проведении мелкой и плоскорезной обработок. К концу вегетации количество нитратов убывает и выравнивается по глубине пахотного слоя. Содержание подвижных форм фосфора в этом слое мало зависело от способа подготовки почвы. Следует отметить, что проведение бесплужных обработок активизирует действие микроорганизмов, минерализующих труднодоступные формы фосфорных соединений, и способствует накоплению подвижного фосфора в 0...10 см слое почвы по всем звеньям севооборота. Это приводит к дифференциации пахотного слоя по содержанию подвижных фосфатов.

Основная обработка почвы, регулируя ее физические свойства, биологический и пищевой режимы, оказывает влияние на засоренность посевов. За годы исследований в зерновом звене севооборота на посевах озимой пшеницы наибольшая (в среднем 93,7 и 115,2 г против 36,9 г/м² на контроле) воздушно-сухая масса сорняков была на вариантах с дисковым лущением (вар. Б и В). Промежуточное положение по степени засоренности (66,1 и 43,7 г/м²) занимали варианты Г и Д. В зернотравяном и зернопропашном

2. Водопотребление озимой пшеницы в зависимости от систем основной обработки почвы в зернотравяном звене севооборота (1980—1983 гг.)

Вариант систем	Обработка почвы в звене					Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
	яровая пшеница + люцерна	люцерна	люцерна	яровая пшеница	озимая пшеница			
А (контроль)	Вспашка 25...27 см	—	—	Вспашка 28...30 см	20...22 см	4591,2	6,17	746,5
Б	Лущение 10...12 см	—	—	Лущение на 10...12 см	—	4472,3	6,23	724,8
Д	Плоскорезная обработка на 25...27 см с оставлением стерни, посев СЗС-9					4413,2	5,92	753,4

1980—1983 гг.

Основная обработка почвы в зернотравяном звене севооборота в зернопропашном звене севооборота

3. Водопотребление озимой пшеницы в зависимости от систем основной обработки почвы в зернопропашном звене севооборота (1980—1983 гг.)

Вариант систем	Обработка почвы в звене				Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
	яровая пшеница	озимая пшеница	кукуруза	озимая пшеница			
А (контроль)	28...30 см	20...22 см	20...22 см	28...30 см	20...22 см	6,2	773,1
Б	Лущение на 10...12 см				4662,6	6,0	777,7
Д	Плоскорезная обработка 28...30 см 20...22 см с оставлением стерни, посев СЗС-9				4646,2	5,9	796,0

4. Урожайность озимой пшеницы в зерновом звене севооборота в зависимости от систем основной обработки почвы, т/га

Вариант систем	Обработка почвы в звене				1976 г.	1977 г.	1978 г.	В среднем за 3 года
	яровая пшеница	озимая пшеница	кукуруза	озимая пшеница				
А (контроль)	28...30 см	20...22 см	20...22 см	20...22 см	5,02	4,43	4,03	4,49
Б	Лущение на 10...12 см	10...12 см	10...12 см	10...12 см	5,43	4,49	4,46	4,79
В	Вспашка на 28...30 см	Лущение на 10...12 см	Лущение на 10...12 см	Лущение на 10...12 см	4,80	4,60	4,71	4,70
Г	То же	Плоскорезная обработка на 20...22 см с оставлением стерни, посев СЗС-9	Плоскорезная обработка на 20...22 см с оставлением стерни, посев СЗС-9	Плоскорезная обработка на 20...22 см с оставлением стерни, посев СЗС-9	5,41	4,99	4,68	5,03
Д	Плоскорезная обработка на 20...22 см с оставлением стерни, посев СЗС-9				5,90	4,96	4,82	5,23
НСР _{0,05}					0,99	0,53	0,89	

5. Урожайность озимой пшеницы в зерноотравном звене севооборота в зависимости от систем основной обработки почвы, т/га

Вариант систем	Обработка почвы в звене				Годы				В среднем за 4 года
	яровая пшеница + люцерна	люцерна	люцерна	яровая пшеница	озимая пшеница	1980	1981	1982	1983
А (контроль)	Вспашка на 25...27 см	—	—	Вспашка на 28...30 см	20...22 см	6,41	5,63	6,04	6,60
Б	Лущение на 10...12 см	—	—	Лущение на 10...12 см	То же	6,31	5,62	6,22	6,77
В	Вспашка на 28...30 см	—	—	Вспашка на 28...30 см	То же	6,49	5,55	6,07	6,42
Г	Плоскорезная обработка на 25...27 см с оставлением стерни, посеяв СЗС-9	—	—	То же	Плоскорезная обработка на 20...22 см с оставлением стерни, посеяв СЗС-9	6,25	5,69	5,69	6,77
Д	То же	—	—	Плоскорезная обработка на 28...30 см, посеяв СЗС-9	То же	5,66	5,50	5,74	6,78
НСР _{0,95}						0,25	0,36	0,26	0,27

6. Урожайность озимой пшеницы в зерноотравном звене севооборота в зависимости от систем основной обработки почвы, т/га

Вариант систем	Обработка почвы в звене				1980 г.	1981 г.	1982 г.	1983 г.	В среднем за 4 года
	яровая пшеница	озимая пшеница	озимая пшеница	кукуруза з/масса					
А (контроль)	Вспашка на 28...30 см	20...22 см	20...22 см	28...30 см	6,20	6,21	6,09	6,28	6,20
Б	Лущение на 10...12 см	То же	То же	Вспашка на 28...30 см	6,29	5,76	5,89	6,07	6,00
В	Вспашка на 28...30 см	То же	То же	То же	6,37	5,68	5,78	6,27	6,03
Г	То же	Плоскорезная обработка на 20...22 см с оставлением стерни, посеяв СЗС-9	Плоскорезная обработка на 20...22 см с оставлением стерни, посеяв СЗС-9	Плоскорезная обработка на 20...22 см с оставлением стерни, посеяв СЗС-9	5,66	5,59	6,01	6,13	5,85
Д	Плоскорезная обработка на 28...30 см с оставлением стерни, посеяв СЗС-9	То же	То же	Плоскорезная обработка на 28...30 см с оставлением стерни, посеяв СЗС-9	5,80	5,61	5,78	6,27	5,87
НСР _{0,95}					0,51	0,34	0,22	0,31	

звеньях севооборота к моменту уборки озимой пшеницы количество сорняков было единичным. Мелкая и плоскорезная обработки, изменяя водно-физические и агрохимические свойства почвы, а также засоренность посевов, влияют на урожайность озимой пшеницы в зависимости от ее места в севообороте (табл. 4—6).

В зерновом звене наибольший выход зерна (5,23 и 5,03 т/га) с орошаемого гектара пашни отмечен на вариантах с плоскорезной обработкой (вар. Г и Д). При проведении мелкой обработки (вар. Б и В) он также превышал контрольные показатели. В зерно-травяном звене севооборота продуктивность озимой пшеницы при бессменной мелкой обработке (вар. Б) и сочетании ее со вспашкой (вар. В) была выше или почти равной контролю (6,23 и 6,13 против 6,17 т/га на контроле). На вариантах Г и Д урожайность зерна этой культуры несколько снижалась. Лучшие результаты в зернопропашном звене получены на контроле (вар. А). Близкими к этому уровню они были при мелких обработках (вар. Б и В). Уменьшение урожайности по плоскорезным обработкам (вар. Г и Д) связано с накоплением токсических веществ по стерневому фону в холодные и влажные годы.

Таким образом, при оптимальном режиме орошения, минерального питания и малолетнем типе засоренности при выращивании озимой пшеницы на зерно или монокорм в севообороте после зерновых колосовых следует применять плоскорезную обработку на глубину 20...22 см с оставлением стерни и посевом стерневой или зернопрессовой сеялкой, по обороту пласта люцерны — мелкую обработку на глубину 10...12 см в сочетании с пожнивным лущением, предпосевной культивацией и посевом зернопрессовой сеялкой, после кукурузы на силос — отвальную обработку на глубину 20...22 см.

Замена традиционной отвальной обработки менее интенсивными, ресурсосберегающими способами основной обработки почвы позволяет в 1,5...2,0 раза повысить производительность труда при проведении основной обработки, на 15...45% снизить затраты труда, на 15...25% стоимость работ и на 20...35% расход топлива.

Экономический эффект составляет 8...10 руб. на гектар севооборотной площади.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ЧИСЛЕННОСТИ ВРЕДНЫХ И ПОЛЕЗНЫХ ВИДОВ В ОРОШАЕМЫХ АГРОЦЕНОЗАХ

А. В. ЛОМТЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

Защита растений — один из важных факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур, так как ежегодно сберегается растениеводческой продукции на сумму более 36 млрд руб. Однако потери от вредных организмов в зависимости от вида культуры достигают 20...35%.

В настоящее время в защите растений ведущим остается химический метод и проявляется четко выраженная тенденция применения все возрастающих количеств пестицидов. В 12-й пятилетке намечено увеличить производство средств защиты растений до 1 млн 600 тыс. т, что связано, в первую очередь, с освоением интенсивных технологий выращивания с.-х. культур. На необоснованно резкое увеличение применения пестицидов уже не раз указывалось в журнале «Защита растений» (Сусидко, 1986, № 7; Вилкова, Шапиро, 1986, № 9). Отмечалось также ослабление внимания к биотехнологии, выведению устойчивых сортов и даже к агротехнике возделывания культур. В этой связи следует отметить, что массовое применение пестицидов в 50—60-е гг. уже привело к ряду серьезных негативных последствий экологического и санитарно-гигиенического характера, хотя при этом далеко не всегда обеспечивался оптимальный фито-санитарный фон.

В настоящее время многочисленные исследования и широкая многолетняя практика показали, что при использовании только химических препаратов, даже самых высокоэффективных, не обеспечивается надежная защита возделываемых культур (устойчивые виды, гибель энтомофагов, опылителей, увеличение потерь с.-х. продукции). В США за последние 30 лет,

несмотря на увеличение объема применения пестицидов в 10 раз, потери растениеводческой продукции возросли в 2 раза (Захваткин, 1986).

Большинство специалистов во многих странах мира считают, что устойчивого снижения численности вредных организмов можно достичь лишь при интегрированной защите растений. Она предполагает системный подход к анализу хозяйно-паразитных связей на разных трофических уровнях: растение—вредитель, вредитель—энтомофаг, растение—вредитель—энтомофаг. Так как возделываемая культура является средообразующим фактором для консументов первого, второго и последующих порядков, то ее вид и сорт определяют экологическую ситуацию для развивающегося в этих посевах энтомокомплекса. Таким образом, через культуру и условия ее выращивания (сорт, технология возделывания, обеспеченность пищей, влагой и т. д.) можно воздействовать на биоценотический потенциал консументов и уровень их биотических связей, т. е. управлять системой триатрофа растение—фитофаг—энтомофаг (Шапиро, 1979).

Таким образом, интегрированная защита растений должна включать своевременную информацию о биотическом и фитосанитарном состоянии посевов с.-х. культур, экологическую характеристику сорта, высокопроизводительную технологию его возделывания и обоснованное оптимальное использование активных средств защиты растений.

Представленная схема интегрированной защиты растений (рис. 3) предусматривает использование всех имеющихся средств и методов борьбы с вредными организмами. Однако основа ее—сама система земледелия (структура посевных площадей, севооборот, обработка почвы, устойчивые сорта и т. д.), разработанная для конкретной природной зоны и обеспечивающая оптимизацию фитосанитарной обстановки. Все защитные мероприятия в этих условиях приобретают вспомогательные значения и направлены на подавление или предупреждение появления очагов повышенной вредоносности отдельных патогенов или фитофагов, против которых агротехнические и организационно-хозяйственные мероприятия оказались недостаточно эффективны. Специальные меры борьбы с вредными организмами следует планировать и осуществлять с учетом ожидаемой и реально складываю-

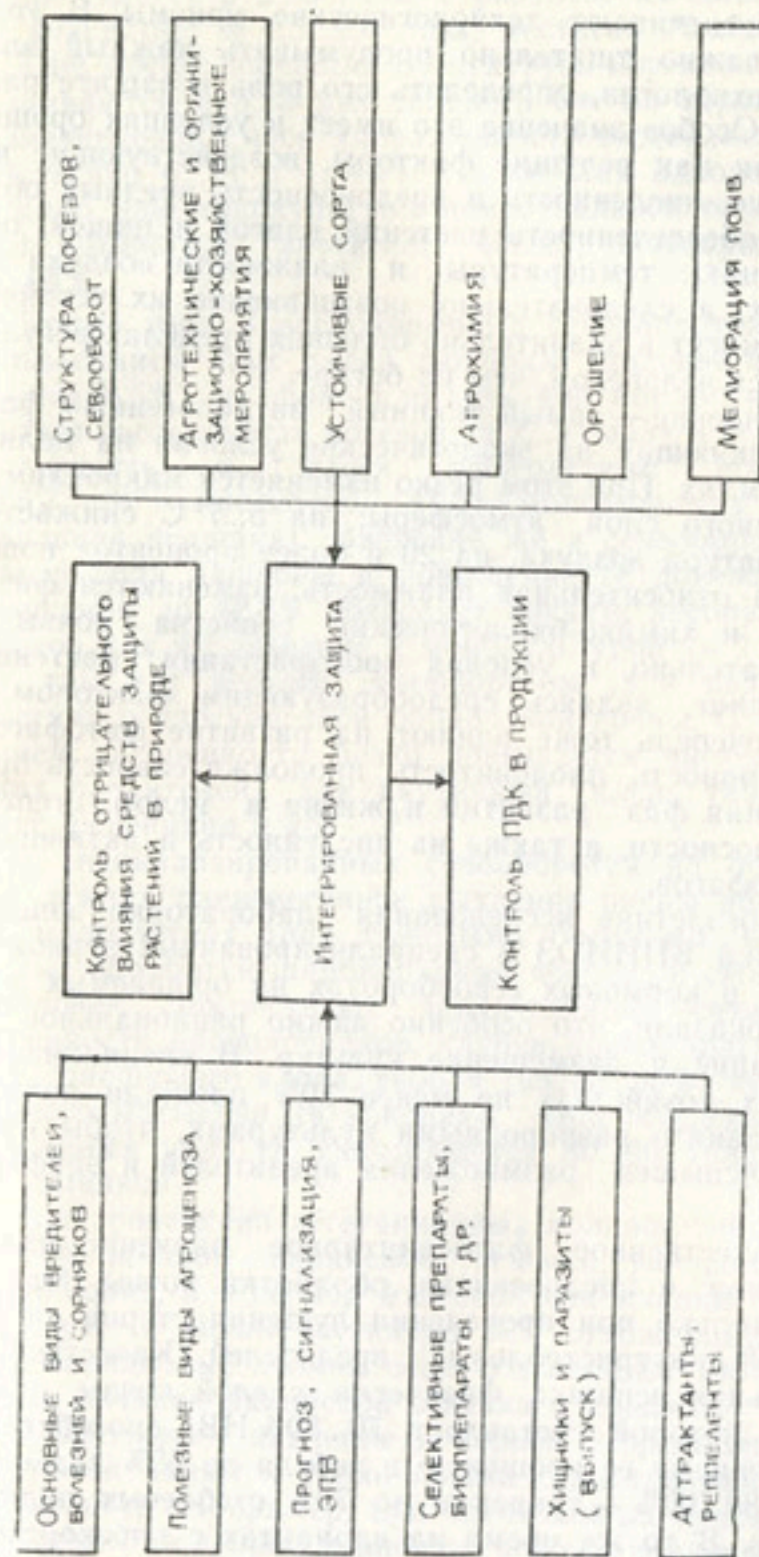


Рис. Основные принципы организации интегрированной защиты сельскохозяйственных культур

щейся экологической обстановки, оптимизацию которой обеспечивают технологические приемы. В этой связи важно тщательно продумывать каждый элемент технологии, определять его роль в защите растений. Особое значение это имеет в условиях орошения, так как ведущие факторы, воздействующие на развитие, численность и вредоносность вредных объектов, обеспеченность растений влагой и пищей, оптимизацию температуры и влажности воздуха в посевах, а следовательно, повышающие их устойчивость, могут в значительно больших пределах регулироваться человеком, чем на богаре.

Орошение — самый мощный антропогенный фактор, влияющий на экологические условия на поливных землях. При этом резко изменяется микроклимат приземного слоя атмосферы, на 5...7°С снижается температура воздуха, на 20 и более процентов повышается относительная влажность, изменяются физические и химико-биологические свойства почвы, а следовательно, и условия произрастания растений. Последние, являясь средообразующим фактором, в свою очередь тоже влияют на развитие фитофагов, их активность, плодовитость, продолжительность прохождения фаз развития и жизни в целом, степень вредоносности, а также на численность и активность энтомофагов.

Многолетние исследования лаборатории защиты растений ВНИИОЗ в специализированных зернокарманных и кормовых севооборотах на орошаемых землях показали, что особенно важно рациональное чередование и размещение культур. В специализированных хозяйствах не менее 30% площади должно быть занято разнородными культурами, чтобы избежать всплеск размножения вредителей и эпифитотий.

Существенное фитосанитарное значение имеют основная и предпосевная обработки почвы. Например, только при проведении лущения стерни гибнет 70...75% внутрстеблевых вредителей. Качественная отвальная вспашка физически спелой почвы, влажность которой составляет 70...80% НВ, способствует наилучшему ее крошению и гибели до 60% злаковых мух, 80...90% — трипса и до 70% стеблевых пилильщиков. В то же время на вариантах с плоскорезной обработкой численность внутрстеблевых вредителей

увеличивается в 2...3 раза, а развитие мучнистой росы возрастает в 1,5...2,0 раза, достигая 70...71%.

При посеве пшеницы по кукурузе корневые гнили развиваются в 3...5 раз сильнее, чем по горохо-подсолнечниковой смеси (пораженность составляет соответственно 6...14 и 1...4%). На посевах одноименных культур или монокультур при отвальной обработке этот показатель достигает 40...47, плоскорезной — 90...94%.

Кроме того, в зернокарманных севооборотах с использованием двух полей люцерны (долевое соотношение 28,6%) на фоне плоскорезной обработки возрастает засоренность посевов (в 2...3 раза) и особенно численность и масса многолетних сорняков (165,7 г/м² — плоскорез, 41,3 — монокультура, 6,3 — отвальная вспашка). Введение же в севооборот еще одного поля люцерны и повышение ее долевого соотношения до 42,8% позволяет снизить засоренность посевов как в сравнении с монокультурой (в 2...3 раза), так и с первым севооборотом (3...4 раза) на участках с плоскорезной обработкой почвы. С увеличением засоренности резко повышается численность таких вредителей, как паутинный клещ, табачный трипс, репейница и др.

В специализированных севооборотах на орошаемых землях ранневесеннее рыхление почвы на посевах многолетних трав тяжелыми боронами, междурядные обработки широкорядных посевов и сжигание вывощек способствуют значительному снижению численности проволочников, клубеньковых долгоносиков, люцернового клопа, гibelи (на 70...80%) гусениц лугового мотылька (в коконах). При возделывании пожнивных культур уничтожается 80...90 трипсов и пилильщиков.

При проведении вегетационных поливов гибнет до 70...80% личинок акациевой огневки, ушедших на окукливание, а в период массовой яйцекладки чернотелок уже в первые сутки до 90% отложенных яиц. Влагозарядковые поливы осенью вызывают 100%-ную гибель личинок акациевой огневки в коконах.

Существенное значение в борьбе с вредными организмами имеют и сроки посева сельскохозяйственных культур. Например, при оптимальных сроках посева озимых и яровых зерновых, рекомендованных для каждой зоны, поврежденность шведской и гессенской

мухами составляет доли процента, тогда как при нарушении этого условия — 30...40 и даже 70%. При ранних сроках сева сои, когда почва прогрета только на 8...10°C, семена долгое время (иногда до месяца) не прорастают, пораженность проростков болезнями достигает 35% и более, а поврежденность ростковой мухой — 20...25%. В оптимальные сроки посева в хорошо подготовленную, рыхлую и влажную почву, когда температура на глубине заделки семян достигает 14...16°C, всходы появляются быстро и дружно в течение 5...6 дней. Болезни и вредители практически не отмечаются. В дальнейшем такие посевы опережают в своем развитии ранние и формируют более высокий урожай семян с лучшим качеством.

Одна из действенных профилактических мер — своевременная и качественная уборка. При размножении клопа-черепашки и жука-кузьки проводят раздельную уборку. Однако подбор валков необходимо начинать не позже чем через 3...4 дня после скашивания. При этом взрослые клопы и личинки лишаются возможности закончить питание, накопить запасные питательные вещества и в значительном количестве гибнут при перезимовке. В 1982—1984 гг. гибель недопитавшихся клопов вредной черепашки уже в декабре достигала 50...75%.

Говоря об агротехнике, нельзя не отметить, что она в своей основе зависит от сорта, который определяет фитосанитарное состояние посевов и уровень применения пестицидов. Следует иметь в виду, что каждый сорт — это качественно новая пища, иные условия ее поиска, захвата, другие условия для развития всего комплекса организмов. Например, численность популяции гусениц стеблевого мотылька на устойчивых к ним растениях кукурузы снижается в 20...30 раз. Плодовитость самок черепашки на устойчивых сортах пшеницы повышается в 2,0...2,5, а выживаемость личинок — в 4...6 раз. Аналогичные данные можно привести и по шведской мухе (в Черноземье за последние 20...30 лет высева устойчивых сортов снял острейшую проблему их защиты на площади 6 млн га, Заговора, 1971), пьявице (на 10 млн га, Поволжье, Казахстан), зерновой совке (на сорте Парк на 1000 колосьев 700 гусениц, Саратовская 29—150 гусениц, а на Пиротриксе 28—0, Казахстан, Тургайская область, Сулейменов, 1977).

Следовательно, при выращивании устойчивых сортов улучшается фитосанитарная обстановка, повышается эффект от применения энтомофагов, гормональных препаратов и стерилизатов, так как достигается значительное и многолетнее снижение численности вредителей.

При использовании удобрений, особенно минеральных, изменяются экологические и физиологические условия, которые позволяют регулировать численность и вредоносность многих видов, ионный состав и концентрацию почвенного раствора, что вызывает токсический эффект при попадании в организм вредителей НРК. Минеральные удобрения действуют угнетающе на тлю, снижая ее численность в зависимости от их нормы и фона на 20...70%.

С внесением фосфорного удобрения (фосфорный фон P₄₀₀) поврежденность зерновых злаковых культур хлебным пилильщиком уменьшается в 4...5 раз, в то время как с увеличением доз азотных удобрений (N₁₅₀) возрастает до 7,6% вместо 1% на контроле. Отмечен положительный эффект фосфорных удобрений в регуляции численности пшеничного трипса. Если численность вредителя на один колос в контроле составляла в среднем 20,4 особи, то при внесении фосфора — 12,3, азота — 39,4 экз. (Шапиро, Вилкова, Воронин, 1981).

Любенов (1956) на основании экспериментальных данных одной из основных причин усиления вредоносности пьявицы в посевах пшеницы и ячменя считает одностороннее внесение азотных удобрений, так как растения становятся более сочными и нежными, что и привлекает вредителя.

К сожалению, механизмы отрицательного воздействия, равно как и положительного влияния минеральных удобрений на насекомых-фитофагов, остаются малоизученными.

Интегрированная защита полевых культур предполагает максимально возможное использование и активизацию естественной энтомофауны, профилактическая роль которой велика и в настоящее время общезвестна и бесспорна. В нашей стране впервые в этом отношении достигнуты довольно значительные положительные результаты. При прогнозировании и планировании работ по защите культурных растений учитываются критерии эффективности энтомофагов,

которые выражаются уровнем соотношения хищника и жертвы или процентом пораженных или паразитированных особей. Установлено, что при низкой плотности (2 экз./м²) популяции черепашки и заражении (на 50%) перезимовавших клопов личинками паразитических мух, а также первых кладок яиц вредителя яйцеедами (на 40 и более процентов), химическая борьба нецелесообразна (Воронин, 1977). При проведении защитных мероприятий в этот период гибнет огромное количество тленомуса и триссолюса, что резко нарушает трофические связи экосистемы и вызывает все вытекающие из этого последствия.

В последние годы на основании этих показателей объемы обработок посевов пшеницы в РСФСР сокращены на площади около 3 млн га (Белов, 1978). Большое значение в снижении численности тли на зерновых и бобовых культурах, в том числе и люцерне, имеет высокая эффективность природных популяций афидофагов. Чтобы отказаться от применения афидицидов при средней заселенности, достаточно иметь в посевах полевых культур 6...8 экз./м² кокцинеллид, хризоп и других хищников. При снижении объемов обработок путем проведения краевых, ленточных, а на многолетних травах обработок на приманочных полосах в 4...5 раз повышается численность хищников тлей, что способствует стабилизации агроэкосистем при сокращении численности вредителей до хозяйственно безвредного уровня.

Таким образом, при интегрированной защите растений не исключается использование химических препаратов, но предполагается обоснованное ограничение их применения, главным условием которого является снижение численности популяции вредных видов до уровня экономического порога, когда создаются необходимые условия для жизнеобеспечения энтомофагов и повышения их активности. Величина этих порогов может колебаться в зависимости от почвенно-климатических условий, разработанных технологий, особенностей сорта, режима орошения и других факторов. Экономический порог для вредной черепашки на озимой пшенице в Краснодарском крае составляет 2, Поволжье — на богарных посевах 1,5...2,0, а на орошении — более 2,0 клопов на 1 м².

Однако, как показали наши наблюдения (1971—1986 гг.), в условиях орошения даже при численности

вредителя 3 экз./м² (самая высокая за годы исследований) нет необходимости в проведении специальных защитных мероприятий. Достаточная обеспеченность растений влагой в период кущения и поддержание ее на оптимальном уровне в дальнейшем способствуют снижению вредоносности клопов до минимума. Кроме того, химобработки в этот период сказываются на численности яйцеедов вредителя, поэтому их целесообразнее применять против личинок, что снизит объем используемых инсектицидов (против взрослых 1,2...1,5, против личинок — 0,6...0,8 кг/га метафоса). В настоящее время установлена дифференциация экономических порогов для этого вредителя в зависимости от сортов пшеницы, назначения посевов, предшественника и фазы развития, наличия и численности энтомофагов. Например, на полях с твердыми и сильными сортами пшеницы защитные мероприятия рекомендуется проводить уже при двух личинках клопа, на других посевах — при шести (Арешников, 1979), а на орошаемых землях — при 10 экз./м² и более.

На семенниках люцерны наиболее благоприятный срок применения инсектицидов, при котором обеспечиваются их высокая техническая эффективность и наибольшая безопасность для комплекса полезной энтомофауны, — конец стеблевания — начало цветения растений. В этот период даже в годы массового размножения вредителей достаточно одной—двух обработок пестицидами с интервалом в 7...10 дней. При опрыскивании посевов в фазу бобообразования, по окончании массового цветения растений, не обеспечивается достоверная прибавка урожая, но гибнут в большом количестве опылители (28 экз./м²) и энтомофаги (35 экз./м²), концентрирующиеся в это время на люцерновых полях. Обычно семена собирают с первых укосов, однако при высокой численности фитонмуса и других вредителей на орошаемых участках следует оставлять на эти цели второй укос. При этом уборку первого укоса начинают на 1,5...2,0 недели раньше обычного. Участки скашивают с середины поля к периферии, оставляя нескошенными полосы шириной 2,0...2,5 м, которые впоследствии и заселяются вредителями. Через 2...3 дня так называемые приманочные полосы обрабатывают инсектицидами (рогор, фозалон, карбофос — 2,0...2,5 кг/га), спустя 5...6 дней скашивают, и через месяц это сено может

быть использовано на корм животным (Васькин, 1983; Ломтев, 1984, 1985).

Своевременное и качественное выполнение всех агротехнологических и организационно-хозяйственных мероприятий позволяет ограничиваться проведением только одной обработки посевов инсектицидами, а на семенниках первого и второго годов жизни — отказаться от химических средств защиты.

В последние годы все шире применяются биологические препараты, аттрактанты и репелленты, увеличивается выпуск хищников и паразитов. Дифференцированный подход при назначении химических обработок и проведение их только в очагах размножения вредителей, краевых и приманочных полосах, по мнению ряда авторов, позволяют почти вдвое сократить использование пестицидов. Расходы пестицидов при внедрении комплексных систем защиты зерновых снижаются на 50...70%. Все это имеет большое значение в деле охраны окружающей среды (Фадеев, 1979).

Таким образом, в освоенных севооборотах формируется стабильный энтомокомплекс с устойчивыми трофическими связями, с относительно постоянной численностью как вредных, так и полезных видов, резко повышаются активность энтомофагов и их регулирующая роль, оптимизируется фитосанитарный фон, создаются реальные предпосылки для снижения объемов применения пестицидов, а во многих случаях и полного отказа от них.

УДК 631.67:1:631.347.4

СПОСОБЫ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДНОГО РЕЖИМА НА СТАЦИОНАРНОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

В. Г. ПЕТРОВ

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

В целях повышения эффективности использования орошаемых земель предусматривается широкое внедрение в производство метода оптимального программирования урожаев сельскохозяйственных культур на

основе использования моделей, описывающих сложное взаимодействие факторов в системе климат—почва—растение. Важнейшие из них — водный и питательный режимы почвы. Однако оптимизация водного режима сдерживается вследствие несоответствия некоторых качественных характеристик дождя, впитывающей способности почвы, а также из-за невысокой надежности техники. Так, средняя интенсивность дождя для большинства отечественных дождевальных машин находится в пределах 0,2...0,4 мм/мин [3], а фактическая ее величина может достигать у ДМ «Волжанка» — 6,2, «Фрегат» — 7,3, ДДН-70 — 13,8, ДДА-100МА — 3,5 мм/мин [2]. Допустимая (бессточная) интенсивность дождя для каштановых почв Волго-Донского междуречья не должна превышать 0,12...0,20 мм/мин [3]. В связи с этим при дождевании образуются жидкий и твердый стоки, выносятся питательные вещества и т. д., что приводит к неучитываемому изменению расчетных параметров функционирования системы агрофитоценоза.

Особую актуальность приобретает задача обеспечения технической надежности реализации оптимального водного режима при заданных уровнях остальных факторов. Нашими исследованиями установлено, что при недостаточной надежности технических средств системы могут быть ощутимые потери урожая (табл.). Это относится к таким отказам, как порыв трубопровода, разрыв корпуса задвижки гидромпульсного устройства, а также другим отказам третьей группы сложности. Менее значительные по тяжести отказы (заклинивание редуктора, самоотвинчивание гайки турбинки и т. д.) вызывают переполив одной части орошаемого круга и недополив другой, что также ведет к некоторому снижению урожайности с.-х. культур (табл.).

Исследования ведутся в ОПХ «Орошаемое» с 1980 г. на стационарной дождевальной системе площадью 67,5 га. Распределительная сеть на участке выполнена из стальных труб диаметром 273...127 мм. Вода поступает через задвижку из магистрального трубопровода диаметром 720 мм в участковый, к которому подключены попарно закольцованные оросительные трубопроводы (зоны) с гидрантами под дождевальные аппараты ДД-30. На последние навешены гидроавтоматические затворы 33 АВ-74—6.000, управ-

Потери урожая ячменя Харьковский 67
(% от оптимального)
в зависимости от времени наступления отказа
и продолжительности восстановления

Варианты опытов	Средняя урожайность, т/га		Потери урожая, %	
	1983	1984	1983	1984
Контроль (отказов нет)	5,11	3,93	—	—
Отказ и неполив в фазы:				
посев — начало трубкования	3,57	2,58	30	34
трубкование — начало колошения	3,36	2,56	34	35
колошение — налив	3,78	2,77	26	30
молочная спелость — полная спелость	4,83	3,65	5	7
Отказ и задержка полива в фазу колошения — налив на дней:				
3	4,58	3,36	10	15
5	4,30	3,11	16	21
7	4,02	2,83	21	28

ляемые импульсами давления (периодами подъема — выдержки — спада давления), которые задаются командными гидроимпульсными устройствами, расположенными в голове каждой зоны. На системе применена «треугольная схема» расстановки дождевателей с расстоянием между ними 60 и между трубопроводами — 70 м. Геодезическая разность отметок по отдельным закольцованным зонам колеблется от 5 до 10 м, а с учетом участкового трубопровода возрастает до 20 м. При этом уклоны поверхности земли изменяются в довольно широком диапазоне — от 0,001 до 0,057. Следует отметить отсутствие регуляторов давления на трубопроводной сети при определенной сложности топографических условий.

Методика проведения исследований принята по ОСТ 70.11.1—74. Установлено, что среднекубический диаметр капель при давлении 0,5 МПа для сопел 26, 30 и 34 мм составил соответственно 1,58, 1,67 и 1,79 мм. Коэффициент эффективного полива получен равным 0,673. Интенсивность дождя по радиусу полива аппарата ДД-30 заметно превышала впитывающую способность почвы и варьировала в пределах

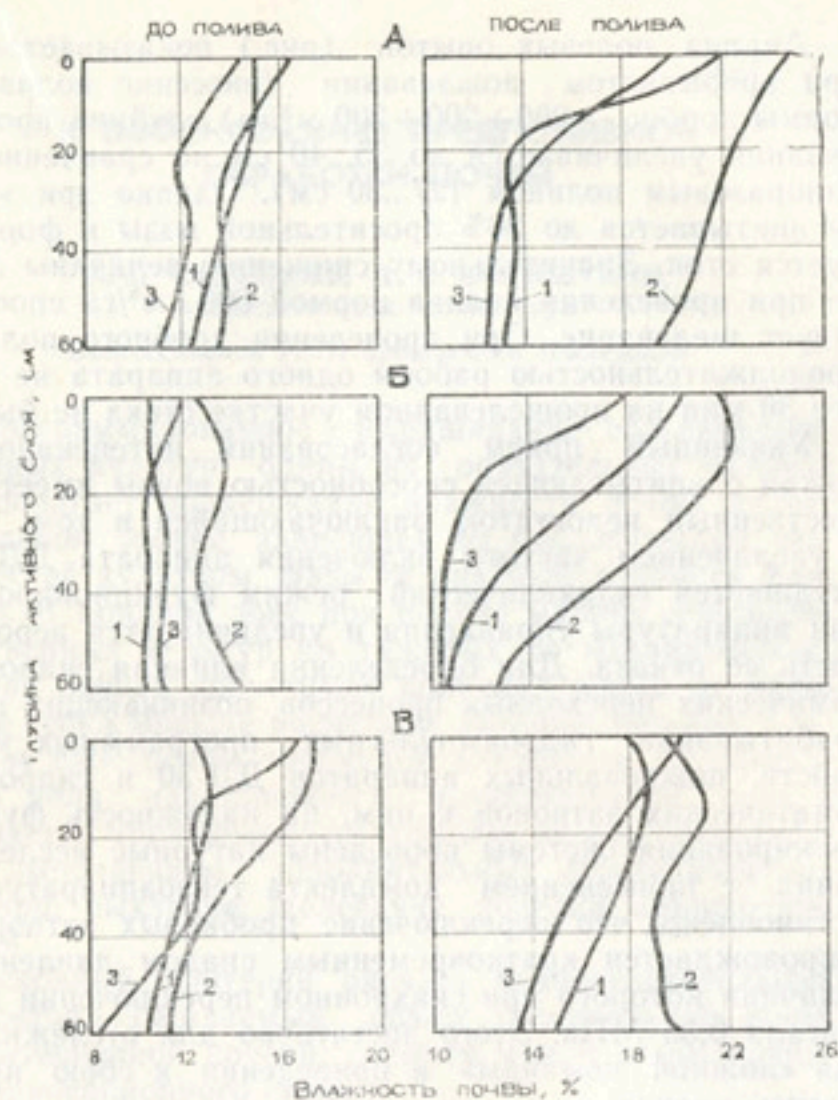


Рис. Динамика влажности почвы:
а — при первом, б — втором, в — третьем поливе нормой 600 м³/га;
1 — нещелеванный участок при однократном поливе, 2 — щелеванный участок, 3 — дробное внесение поливной нормы (200+200+200 м³/га)

от 0 до 7 мм/мин. В результате поливная норма до стока не превысила 250, в то время как расчетная составляла 600 м³/га. Еще более отрицательно влияет высокая интенсивность дождя аппарата ДД-30 на впитывание в том случае, если одновременно работают два смежных аппарата. Этого можно избежать, используя специально подготовленную нами программу очередности автоматического включения дождевателей аппаратов.

Анализ полевых опытов (рис.) показывает, что при прерывистом дождевании (внесение поливной нормы дробно — $200 + 200 + 200 \text{ м}^3/\text{га}$) глубина промачивания увеличивается до 35...40 см по сравнению с одноразовым поливом (27...30 см). Однако при этом не впитывается до 30% оросительной воды и формируется сток. Значительному снижению величины стока при проведении полива нормой $600 \text{ м}^3/\text{га}$ способствует щелевание. При проведении дробного полива продолжительностью работы одного аппарата не более 30 мин на прощелеванном участке стока не было.

Указанный прием согласования интенсивности дождя с впитывающей способностью почвы имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что с увеличением частоты включения аппарата ДД-30 ухудшается гидравлический режим функционирования аппаратуры управления и увеличивается вероятность ее отказа. Для определения влияния гидродинамических переходных процессов, возникающих при срабатывании гидроимпульсных программных устройств, дождевальных аппаратов ДД-30 и гидроавтоматических затворов к ним, на надежность функционирования системы проведены натурные исследования с применением комплекта тензоаппаратуры. Установлено, что переключение пробковых затворов сопровождается кратковременным спадом давления, величина которого при синхронном переключении достигала 0,35 МПа. Этого достаточно для отслеживания «ложной команды» и приведения к сбою программы полива.

Повышенную надежность работы дождевальной системы обеспечивает предложенная нами конструкция гидравлического затвора [1]. При ее использовании увеличивается вероятность реализации требуемого режима орошения сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 1240391 (СССР). Гидравлический затвор для дождевального аппарата / Листопад Г. Е., Безроднов Н. А., Козлов А. И., Петров В. Г. — Оpubл. в Б. И., 1986, № 24.

2. Анисимов В. А. Методика технико-экономической оценки дождевальной техники. — В кн.: Современные оросительные системы и пути их совершенствования. М.: ВНИИГиМ, вып. 2. 1978.

3. Справочник по механизации орошения / Под общ. ред. Б. Г. Штепы. — М.: Колос, 1979.

К ОБОСНОВАНИЮ ПРЕДПОЛИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

А. П. САПУНКОВ, Д. И. ВАЙНШТЕЙН,

кандидаты технических наук

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия

Программированное выращивание сельскохозяйственных культур одним из обязательных условий предполагает поддержание влажности почвы на оптимальном уровне, зависящем от биологических особенностей культуры, фазы ее развития и других факторов. В аридной зоне при поливе многих сельскохозяйственных культур на тяжелых по механическому составу почвах допустимая поливная норма до появления стока меньше расчетной. При обеспечении в активном слое почвы требуемой влажности на поверхности поля накапливается невпитавшаяся вода и образуется ирригационный сток. Это можно предотвратить выполнением дополнительных агротехнических приемов: рыхление, щелевание, поделка микронеровностей.

Исходный критерий расчета водопоглотительных элементов — ожидаемый объем оросительной воды, не поглощенной почвой, которая может стать причиной ирригационного стока.

Отметим, что при поливе увлажнение почвы в общем виде складывается из инфлюксии, инфильтрации и фильтрации. Инфлюксия — движение воды в поверхностном слое почвы преимущественно по трещинам и крупным порам. Инфильтрация — поступление и дальнейшее передвижение воды с поверхности в толщу почвы; при этом влага движется сплошным фронтом. Процесс инфильтрации складывается из двух этапов: впитывания и фильтрации. Впитывание — прохождение воды через поверхность почвы. При дождевании оно делится на две фазы: безнапорное впитывание (под влиянием градиентов капиллярных сил) и напорное (под гидравлическим напором). Фильтрация (просачивание) — дальнейшее передвижение впитываемой воды капиллярным и гравитационным путем.

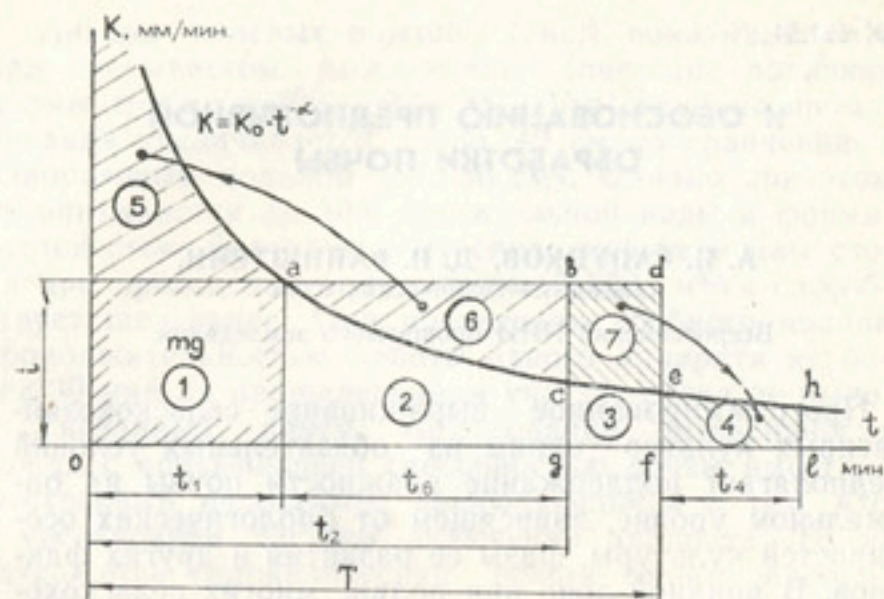


Рис. 1. К обоснованию графоаналитического расчета объема противозерозионных элементов в почве

Интенсивность этих процессов в слое почвогрунта определяется обобщающим показателем водопроницаемости (водопроточной способности) почвы — свойством почвы как пористого тела пропускать через себя воду. Количественно оно выражается толщиной слоя воды, поступающей в почву через ее поверхность в единицу времени, т. е. коэффициентом водопроницаемости. В координатах «коэффициент водопроницаемости почвы» и «продолжительность поглощения» эта зависимость изображается плавной линией (рис. 1). А. Н. Костяковым предложена формула, учитывающая динамичность впитывания воды почвой:

$$K = K_0 \cdot t^{-\alpha},$$

K_0 — коэффициент водопроницаемости данной почвы в первую единицу времени;

K — коэффициент водопроницаемости почвы в текущий момент t ;

α — коэффициент затухания скорости впитывания воды почвой.

На графике площадь, ограниченная кривой впитывания и осями координат, соответствует всему поглощаемому при поливе объему воды. При этом если

интенсивность подачи воды на протяжении всего полива будет равна интенсивности ее впитывания, то на поверхности поля вода не будет скапливаться.

При поливе дождеванием заданной интенсивностью дождя i вся поступающая на поле вода впитывается в течение времени t , то есть при $i \leq K_a$. Графически точка a находится на пересечении горизонтальной линии на уровне i с кривой впитывания. Для этих условий

$$t_1 = \sqrt[\alpha]{K_0 \cdot i^{-1}}$$

и допустимая поливная норма до появления стока соответствует площади прямоугольника со сторонами i и t_1 . Она равна

$$m_A = Q_1 = i \cdot t_1 = \sqrt[\alpha]{K_0 \cdot i^{\alpha-1}}.$$

Аналогично рассуждая, можно показать, что при дальнейшем поливе с той же интенсивностью часть воды Q_2 будет впитываться, а объем ее Q_6 может стать причиной ирригационного стока.

Площадь S_5 над прямоугольником соответствует неиспользованным потенциальным возможностям почвы, то есть она может еще впитать воду в объеме

$$Q_5 = \frac{\alpha}{1-\alpha} \sqrt[\alpha]{K_0 \cdot i^{\alpha-1}}.$$

Это значит, что полив с той же интенсивностью дождя можно проводить в течение t_6 до тех пор, пока площадь S_{abc} станет равновеликой S_5 . Такая продолжительность полива с учетом этих условий будет равна

$$t_2 = \sqrt[\alpha]{K_0 \cdot i^{\alpha-1}}.$$

Отсюда следует, что поливная норма, при которой образуется неуправляемый сток, может быть рассчитана по формуле:

$$m = i \cdot \sqrt[\alpha]{K_0 \cdot i^{\alpha-1}} = \sqrt[\alpha]{K_0 \cdot i^{\alpha-1}}.$$

При условии, когда она меньше расчетной, часть воды (объем Q_3 , площадь графика S_{cdefg}) при дальнейшем поливе будет впитываться в почву, а оставшая (объем Q_7 , площадь графика S_{cbde}) образует ирригационный сток. Если в слое почвы создать вододерживающие элементы объемом Q_7 , то возможный сток будет зарегулирован и за последующий период t_4 впитается в почву.

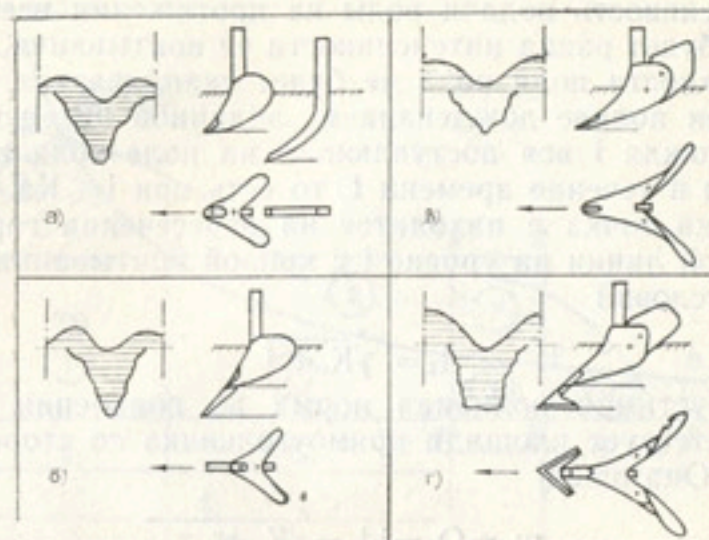


Рис. 2. Варианты расстановки рабочих органов пропашного культиватора для регулирования поглотительной способности почвы в междурядьях.

Покажем варианты проведения предполивной обработки почвы в междурядьях пропашных культур (рис. 2). Для приведенных примеров характерно различное по форме и величине площади поперечное сечение рыхлой почвы, что определяет объем поглощаемой поливной воды. Достигают это, во-первых, использованием различного типа стандартных рабочих органов (подрезающих, рыхлящих, окучивающих, комбинированных); во-вторых, размещением их на продольном брусе секции универсального пропашного культиватора на различную глубину обработки и рабочую ширину захвата.

Выбор схемы расстановки рабочих органов зависит также от расположения корней возделываемых растений в почве в различные фазы их развития, поливной нормы и других факторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работы, составляющие содержание настоящего сборника, свидетельствуют, что оптимальное использование ресурсов урожаеобразующих факторов предполагает согласованное рассмотрение всех элементов комплекса агротехмероприятий по технологическому содержанию и организационно-техническому исполнению.

Большое разнообразие почвенно-климатических условий в районах орошаемого земледелия требует тщательного выделения зон с постоянными характеристиками ведущих урожаеобразующих факторов: обеспеченностью осадками, типами почв и т. д.

Максимально возможная реализация потенциала продуктивности любой сельскохозяйственной культуры достигается только на фоне, соответствующем биологическим особенностям сортов и гибридов. Прежде всего в севообороте, объективно учитывающем требования закона плодосмены.

Определение потребного сочетания ресурсов на выращивание заданных урожаев осуществляется путем нормирования количественных затрат их и достижения технологического соответствия различных видов ресурсов (удобрений, поливной воды, сельскохозяйственных машин и орудий и др.) требованиям агротехники к условиям роста и развития растений в течение вегетации. Исходное планирование может быть проведено на основе моделирования потребностей в ресурсах для типичных почвенно-климатических условий зоны и программируемых уровней урожайности. Однако для обеспечения оптимального хода продукционного процесса недостаточно только исходных общих затрат воды, элементов питания и других факторов жизни растений. Требуется еще и текущая оптимизация режимов жизнедеятельности растений, ориентирующаяся на складывающиеся погодные условия, ход накопления урожая, изменение содержания в почве воды и элементов питания и потребности в них растений в отдельные периоды их роста и развития. Она будет связана с дифференци-

ацией режимов орошения и минерального питания во времени, изменением сроков и норм использования ресурсов. В условиях орошения такие действия обладают наибольшей оперативностью и эффективностью при внесении удобрений и других химических средств с поливной водой. Этот способ позволяет осуществлять, например, подкормки практически в любой целесообразный период вегетации.

Необходимо указать на то обстоятельство, что успешное управление формированием урожая невозможно без оперативных прогнозов складывающихся режимов орошения и минерального питания, хода накопления биомассы, сроков наступления качественно новых этапов развития растений. Отсюда вытекает необходимость применения математического моделирования и ЭВМ. В связи с проводимой в настоящее время КПСС и Советским правительством политикой в области совершенствования производства во всех отраслях народного хозяйства в орошаемом земледелии следует ожидать уже в ближайшем будущем широкого использования средств автоматизированной оперативной связи, электронно-вычислительных машин. Одним из проявлений этой политики являются работы по внедрению метода программированного выращивания урожая. Поэтому вопрос создания математических моделей различного назначения и использования вычислительной техники весьма актуален.

Публикуемые материалы показывают, что эффективность использования орошаемых земель при прочих равных условиях существенно зависит от организационно-экономических факторов. Большой интерес представляют системы сетевого планирования процессов, позволяющие своевременно и в оптимальных количествах использовать необходимые ресурсы, научно-производственные системы, строящиеся на принципах хозрасчета и стимулирующие практическое внедрение достижений науки и передового опыта экономически.

Авторский коллектив сборника надеется, что использование опубликованных материалов научными и практическими работниками будет способствовать комплексному решению проблемы оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях, росту производительности труда и экономному использованию ресурсов.

УДК 631.587.

Кружилин И. П. РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ.— В кн.: Оптимизация условий формирования урожая на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Рассматриваются пути и методы повышения продуктивности орошаемых земель и наиболее полной и эффективной реализации потенциала поливного гектара, обоснованные результатами законченных НИР ВНИИОЗ и других научных учреждений и подтвержденные опытом передовых хозяйств Волгоградской области.

УДК 631.432

Болотин А. Г., Губаюк Ю. Д., Плешаков В. А. ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМ РЕЖИМОМ ПОЧВЫ НА ПОСЕВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.— В кн.: Оптимизация условий формирования урожая на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Приводятся варианты систем управления водным режимом почвы, даются их характеристики и условия применения. Описан метод управления с использованием биоклиматических коэффициентов и прогноза погоды путем составления программ различной срочности прогноза.

УДК 631.559:633.31

Кружилин И. П., Дронова Т. Н., Сизоненко Г. Ф. АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЮЦЕРНЫ НА КОРМ.— В кн.: Оптимизация условий формирования урожая на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Предложена модель базовой технологии программированного выращивания люцерны, учитывающая биологические особенности роста и развития растений, агроклиматические и почвенно-мелиоративные факторы, обеспеченность материально-техническими ресурсами. Практическая реализация модели позволяет получать 4...5 укосов с общим урожаем до 25 т/га.

Таблиц — 3.

Медведев Г. А., Тутов С. С. **УПРАВЛЕНИЕ ПИЩЕВЫМ И ВОДНЫМ РЕЖИМАМИ ПОЧВЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЗАПРОГРАММИРОВАННЫХ УРОЖАЕВ СЕМЕННОЙ ЛЮЦЕРНЫ.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Освещаются вопросы технологии возделывания семенной люцерны на орошаемых землях Поволжья и приводятся данные многолетних исследований по получению высоких и устойчивых урожаев семян этой культуры за счет оптимизации урожаеобразующих факторов.

Таблиц — 2.

УДК 581.1:631.559

Климов А. А. **УЧЕТ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ПРИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОМ ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЯ.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Предлагается формулировка понятия «Физиологическая реакция растения», показываются методы учета особенностей физиологических реакций на уровне минерального питания, водо- и теплообеспеченности при планировании и оперативном управлении формированием урожая на примере кукурузы, выращиваемой на зерно.

Таблиц — 1.

УДК 631.559:633.2/3

Мамин В. Ф. **ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОГРАММИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЕМ УРОЖАЯ ТРАВ НА ЛИМАНАХ.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Предлагаются способы регулирования количественных соотношений видового состава в распростираненных на лиманах сообществах трав.

УДК 631.559

Климов А. А., Сапунков А. П. **ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Приведен сетевой график формирования урожая кукурузы. Составляющие его работы разделены на группы: фенологические, контролируемые, технологические и организационно-хозяйственные. Графически показана взаимосвязь и взаимозависимость составных элементов структуры системы управления процессом.

Таблиц — 1.

Разливаев А. В. **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Рассматривается влияние водного и пищевого режимов почвы на получение запланированных уровней урожайности кормовой свеклы. Приведены данные суммарного водопотребления свеклы в зависимости от параметров режимов.

Таблиц — 1.

УДК 631.8:631.582:631.559

Пожилов В. И. **ФОРМИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ОРОШАЕМОМ СЕВООБОРОТЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАДАННЫХ УРОВНЕЙ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Показаны модели систем удобрений, оптимизирующих условия минерального питания культур в севообороте в течение вегетации.

Таблиц — 2.

УДК 631.8:631.559:631.1

Козьменко Л. Д. **РАСЧЕТ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ПРОГРАММИРОВАННОМ ВЫРАЩИВАНИИ ОЗИМОЙ РЖИ И ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Даны параметры расчета доз минеральных удобрений для получения урожая на орошаемых землях, вынос растениями азота, фосфора и калия по фазам развития, коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений.

Таблиц — 9.

УДК 633.11+633.15:631.811:631.67 (470.44)

Бокарев В. Г., Райков В. Н., Каменская Э. В. **ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ОРОШАЕМЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Изложены теоретические и практические основы регулирования минерального питания растений. Установлены диагностические группировки почв по содержанию макроэлементов для получения плановых урожаев.

Таблиц — 5.

Козьменко Л. Д., Котегоренко Н. В., Агарков А. И. **ОПТИМИЗАЦИЯ СООТНОШЕНИЯ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ УРОЖАЕВ СИЛОСНОЙ КУКУРУЗЫ.**— В кн.: оптимизация условий формирования урожая на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Показана возможность получения запрограммированных урожаев кукурузы на зеленую массу при регулировании минерального и водного режимов почвы и густоты растений.

Таблиц — 3.

УДК 631.559:633.15+633.11

Гасанов Г. Н., Гасанбеков Г. Р., Шахбазов Г. Н. **ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожая на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Представлены результаты изучения вопроса получения запланированных урожаев озимой пшеницы и кукурузы на зерно на лугово-каштановых тяжелосуглинистых почвах Дагестанской АССР при различных фонах питания, способах полива и режимах орошения, выборе наиболее продуктивных сортов и гибридов и различном размещении растений этой культуры.

Таблиц — 2.

УДК 631.67.1:633.174

Иванов В. М., Даниленко Ю. П. **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВОГО СОРГО ПРИ ОРОШЕНИИ.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожая на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Приводятся результаты исследований по разработке интенсивной технологии возделывания зернового сорго Камышинское 75 в условиях орошения. Отображено значение расчетных норм минеральных удобрений, норм высева при обычном рядовом способе посева. Приводятся данные опытов по применению в посевах сорго аминной соли 2,4Д в разные фазы роста и развития растений. Определена биологическая модель формирования сорго с урожайностью 7,0 т/га.

Таблиц — 6.

Дуденко В. П. **ПРОГРАММИРОВАННОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ ВЫСОКИХ УРОЖАЕВ РИСА И ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожая на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Описана система программирования урожая риса, основанная на статистических числовых моделях урожайности. На основании полученных экспериментальных данных и анализа рисосеяния в производственных условиях выделены основные средства дальнейшей интенсификации производства этой культуры в Казахстане.

Таблиц — 4.

УДК 631.559

Остапов В. И., Михеев Е. К. **ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ УССР.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожая на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Приведены результаты применения метода программирования урожая на орошаемых землях УССР. Описана организация использования ЭВМ при планировании технологий.

УДК 631.559 (478.9)

Калашников К. Г., Бондаренко М. И., Вуклова В. И., Директоренко В. И. **ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ МОЛДАВИИ.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожая на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Обобщены материалы по программированию урожая на орошаемых землях юго-восточного Принестровья. Показано, что для каждого уровня урожайности сельскохозяйственных культур необходимо разрабатывать технологию возделывания, которая обеспечивает поддержание основных регулируемых параметров функционирования посева в заданных оптимальных пределах.

Таблиц — 1.

УДК 631.559

Бурдюгов В. Г. **ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ.**— В кн.: Оптимизация условий формирования урожая на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Показывается эффективность применения метода программирования урожая. Приводятся данные по внедрению программы «Технолог», являющейся основой технологической части проекта выращивания заданных урожаев.

Таблиц — 3.

Божко И. А., Шадских В. А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДА ПРОГРАММИРОВАНИЯ УРОЖАЕВ.— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Дана характеристика разработанной научными учреждениями Поволжья системы мероприятий по комплексному регулированию факторов жизнедеятельности растений, позволяющей выращивать сельскохозяйственные культуры по заранее составленной программе.

Таблиц — 2.

УДК 631.582:631.51:631.559

Ярославский В. А., Белоглазов Е. А. ЗНАЧЕНИЕ СЕВООБОРОТОВ И ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ПОЛУЧЕНИИ ПРОГРАММИРОВАННЫХ УРОЖАЕВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ЗАВОЛЖЬЯ.— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Показана зависимость продуктивности орошаемой пашни от насыщения звеньев севооборотов кормовыми и зерновыми культурами и приемов основной обработки почвы.

Таблиц — 5.

УДК 631.51:631.582:633.11

Чамурлиев О. Г. ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ОЗИМУЮ ПШЕНИЦУ В РАЗЛИЧНЫХ ЗВЕНЬЯХ ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА.— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Приводятся данные о влиянии минимальных ресурсосберегающих систем основной обработки почвы под озимую пшеницу в трех звеньях севооборота (зерновом, зернотравяном, зернопропашном) на водно-физические, гидрофизические и агрохимические свойства почвы, а также на продуктивность и засоренность посевов. Дана агроэкономическая оценка систем обработки почвы. Доказана возможность применения менее интенсивных обработок почвы, позволяющих сэкономить материальные и трудовые ресурсы.

Таблиц — 6.

Ломтев А. В. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ЧИСЛЕННОСТИ ВРЕДНЫХ И ПОЛЕЗНЫХ ВИДОВ В ОРОШАЕМЫХ АГРОЦЕНОЗАХ.— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях. / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Излагаются принципы оптимизации фитосанитарной обстановки при разработке системы интегрированной защиты растений в конкретных природно-климатических условиях.

УДК 631.67.1:631.347.4

Петров В. Г. СПОСОБЫ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДНОГО РЕЖИМА НА СТАЦИОНАРНОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ.— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Приводятся способы оптимизации водного режима через согласование впитывающей способности почвы с интенсивностью дождя ДД-30. Рассмотрена динамика влажности почвы при реализации этих способов. Указаны пути повышения надежности обеспечения требуемого режима орошения сельскохозяйственных культур.

Таблиц — 1.

УДК 631.51

Сапунков А. П., Вайнштейн Д. И. К ОБОСНОВАНИЮ ПРЕДПОЛИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ.— В кн.: Оптимизация условий формирования урожаев на орошаемых землях / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. Волгоград, 1988.

Используя формулу А. Н. Костякова для описания процесса впитывания воды в почву, предложены зависимости для расчета допустимой поливной нормы из условия появления не впитавшейся воды на поверхности поля. Даны варианты расстановки рабочих органов пропашного культиватора для регулирования поглотительной способности почвы в междурядьях.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Кружилин И. П. Резервы повышения эффективности использования орошаемых земель	5
Болотин А. Г., Губаюк, Ю. Д., Плешаков В. А. Оперативное управление водным режимом почвы на посевах сельскохозяйственных культур	16
Кружилин И. П., Дронова Т. Н., Сизоненко Г. Ф. Агротехнологическая модель выращивания люцерны на корм	25
Медведев Г. А., Тутов С. С. Управление пищевым и водным режимами почвы при получении запрограммированных урожаев семенной люцерны	32
Климов А. А. Учет физиологических реакций при целенаправленном формировании урожая	37
Мамин В. Ф. Основные предпосылки программированного управления формированием урожая трав на лиманах	46
Климов А. А., Сапунков А. П. Оптимизация структуры системы управления процессом формирования урожая	52
Разливаев А. В. Влияние режимов орошения на урожайность кормовой свеклы	59
Пожилов В. И. Формирование условий минерального питания в орошаемом севообороте для получения заданных уровней урожайности сельскохозяйственных культур	63
Козьменко Л. Д. Расчет доз минеральных удобрений при программированном выращивании озимой ржи и ярового ячменя	69
Бокарев В. Г., Райков В. Н., Каменская Э. В. Оптимизация минерального питания зерновых культур на орошаемых темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья	82
Козьменко Л. Д., Котегоренко Н. В., Агарков А. И. Оптимизация соотношения агротехнологических приемов при программировании урожаев силосной кукурузы	92
Гасанов Г. Н., Гасанбеков Г. Р., Шахбазов Г. Н. Программирование урожаев зерна кукурузы и озимой пшеницы	98
Иванов В. М., Даниленко Ю. П. Особенности технологии возделывания зернового сорго при орошении	103
Дуденко В. П. Программированное выращивание высоких урожаев риса и интенсификация его производства	110
Остапов В. И., Михеев Е. К. Программирование урожаев на орошаемых землях СССР	117
Калашиников К. Г., Бондаренко М. И., Вукколова В. И., Директоренко В. И. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Молдавии	124

Бурдюгов В. Г. Программирование урожая сельскохозяйственных культур в Ставропольском крае	133
Божко И. А., Шадских В. А. Совершенствование системы внедрения метода программирования урожаев	143
Ярославский В. А., Белоглазов Е. А. Значение севооборотов и обработки почвы в получении программированных урожаев на орошаемых землях Заволжья	148
Чамурлиев О. Г. Особенности основной обработки почвы под озимую пшеницу в различных звеньях полевого севооборота	153
Ломтев А. В. Агроэкологические особенности регуляции численности вредных и полезных видов в орошаемых агроценозах	163
Петров В. Г. Способы оптимизации водного режима на стационарной дождевальной системе	172
Сапунков А. П., Вайнштейн Д. И. К обоснованию предполивной обработки почвы	177
Заключение	181
Аннотации	183

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ
ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЕВ
НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Сдано в набор 18.07.88. Подписано в печать 25.10.89.
ИМ 00258. Формат 84×108 1/32. Бумага белая обертка.
Гарнитура литературная. Печать высокая.
Печ. листов усл. 6,0. Уч.-изд. л. 10,0. Тираж 700.
Заказ 140. Цена 80 коп.

Типография издательства «Волгоградская правда»,
г. Волгоград, Привокзальная площадь