



# ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

**С.И.Гриб**, академик ААН Республики Беларусь, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Академия аграрных наук Республики Беларусь

УДК 631.151.2:631/635(476)

## Проблемы адаптивной интенсификации земледелия и пути их решения в Республике Беларусь

*Обсуждаются вопросы эффективности применения удобрений, средств защиты растений, оптимизации структуры посевов, селекции и семеноводства в условиях вынужденного сокращения материальных ресурсов.*

*Главный вывод сводится к тому, что стратегическим курсом развития земледелия в Республике Беларусь является адаптивная интенсификация. Ее сущность состоит в разработке и освоении прогрессивных, интегрированных систем земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур, рациональном использовании ресурсов и природных факторов среды, мобилизации, прежде всего, путем селекции биологического потенциала продуктивности и устойчивости растений*

Специфика почвенно-климатических условий территории республики заключается в мелкоконтурности земель, пестроте почв по механическому составу и уровню плодородия (65% из них — пески и супеси), малой мощности окультуренного пахотного горизонта с низким содержанием гумуса, неравномерном выпадении осадков и колебаниях температуры воздуха в период вегетации по годам, высокой эпифитотии грибных болезней (фузариоз, фитофтороз, антракноз и др.).

Экскурс в полувековую историю земледелия Республики Беларусь позволяет выделить три основных периода в его развитии: экстенсивный — до 1965 г., химизации и техногенной интенсификации — 1965-1990 гг. и современный период — адаптивной интенсификации.

Сельское хозяйство Республики Беларусь в последние два доперестроечных десятилетия развивалось по пути техногенной интенсификации. Нарастивание применения удобрений, химических средств защиты растений, мелиорация земель, рост энерговооруженности обеспечили значительное повышение производительности земли. Продуктивность гектара пашни возросла с 13,7 ц к.ед. в 1961-1965 гг. до 42,4 ц в 1986-1990 гг., а урожайность зерновых — с 8,4 до 29,6 ц/га.

Тем не менее, как показывает анализ, отдача в сельском хозяйстве была далеко не адекватна материально-техническим вложениям. При достигнутом уровне интенсификации к 1990 г. потенциал продуктивности растениеводства был реализован не более, чем наполовину. Следовательно, причина не только в недостаточном вложении материально-технических ресурсов, но и в неэффективной организации земледелия, низкой агрономической культуре, слабом использовании естественно-природных и биологических факторов, что значитель-

*The article describes the questions of fertilizer application efficiency, ways of plant protection, improving of crops structure, as well as the problems on breeding and seed growing under the conditions of forced financial resources reduction.*

*The main conclusion is that the strategic way of arable farming development in the Republic of Belarus is adaptive intensification. Adaptive intensification includes development and assimilation of progressive, integrated arable farming systems and cultivation technologies of farm crops, rational using of resources and natural environmental factors, as well as mobilization, first of all by breeding of biological productivity potential and plant resistance*

но снижает коэффициент отдачи применяемых удобрений, средств защиты, сортов и других факторов интенсификации. Рост химизации, возросшее применение минеральных удобрений и пестицидов ослабили внимание к традиционным элементам систем земледелия (севооборотам, рациональной структуре посевов, отвечающих почвенно-экологическим условиям, срокам и качеству обработки почвы и всем другим технологическим операциям). Результаты научных исследований показывают, что при соблюдении агрономических требований в технологическом процессе уровень применяемых удобрений (250 кг/га NPK) и химических средств защиты, имевших место к 1990 г., вполне обеспечивает продуктивность пашни в 60-80 ц/га к.ед., что в 1,5-2,0 раза выше фактически достигнутого.

Основной особенностью развития сельского хозяйства в настоящее время является необходимость наращивания производства сельскохозяйственной продукции в условиях сокращения потребления энергоресурсов. Поэтому внедрение новых энергосберегающих технологий и систем землепользования должно быть приоритетным направлением сельскохозяйственного производства. В наибольшей мере этому направлению соответствует интегрированное земледелие, основанное на сочетании адаптивной, экономической и экологически обоснованной интенсификации с более полным использованием природных почвенно-экологических условий и биологического потенциала самих растений.

Главное направление выхода из кризисной ситуации в сельскохозяйственном производстве — это путь прогрессивных интегрированных технологий и систем ведения земледелия. В этой связи разработка и внедрение энергосберегающих приемов воспроизводства плодородия

дия почв — одна из приоритетных стратегических задач АПК Республики Беларусь.

Начиная с 1996 г. осуществляется государственная программа, предусматривающая ежегодное увеличение количества применяемых в Беларуси минеральных удобрений на 20-30%. В 1997 г. было внесено 820 тыс. т д.в. минеральных удобрений, что составляет еще только половину от перспективной потребности. Но, тем не менее, результат налицо — уже остановлен спад производства в растениеводческой отрасли, что начало благоприятно сказываться и на развитии животноводства.

Применение минеральных удобрений на уровне 200 кг д.в. на гектар сельскохозяйственных угодий, на фоне интегрированной защиты растений, является одним из необходимых условий продовольственной безопасности в Беларуси и производства конкурентоспособной продукции на внешнем рынке.

Все затраты на применение минеральных удобрений, включая уборку и реализацию прибавки урожая, в условиях нынешнего соотношения цен окупаются с высокой нормой рентабельности — не менее 100-130%.

Долговременной стратегической задачей является увеличение объемов применения удобрений до уровня, обеспечивающего выход растениеводческой продукции с гектара пашни 40-60 ц к.ед. и луговых угодий — 20-30 ц к.ед., и повышения эффективности удобрений на 30-40%. Поддержание бездефицитного баланса гумуса и элементов минерального питания в почве является обязательным условием стабилизации продуктивности растениеводческой отрасли.

Дефицит гумуса требует расширения посевов многолетних бобовых трав и бобово-злаковых травосмесей, учитывая сокращение доли пропашных культур в структуре посевов. Это диктуется также интересами энергосбережения. По данным БелНИИЗиК, затраты совокупной энергии на производство 1 т к.ед. из многолетних трав на 57% меньше, чем при возделывании кукурузы на силос. В хозяйствах, где выход навоза снизился до уровня менее 10 т/га пашни, необходимо использовать энергосберегающую структуру посевов из расчета не менее трех гектаров многолетних трав на каждый гектар пропашных культур.

Существенным резервом должен стать биологический азот, фиксируемый из атмосферы свободноживущими бактериями.

Изменение экономической ситуации в последние годы в сельскохозяйственном производстве республики повлекло за собой значительное ухудшение фитосанитарной ситуации на посевах всех сельскохозяйственных культур.

Особую тревогу в республике вызывает сильная засоренность посевов сельскохозяйственных культур: в среднем свыше 250 сорняков на 1 кв.м. Одной из главных причин такой ситуации является нарушение технологии обработки почвы.

Особенно нужно подчеркнуть нарастающую засоренность корневищными и корнеотпрысковыми сорняками (пырей, осот), а также однолетними злаковыми (метлица, мятлики, куриное просо), что связано в первую очередь с нарушением технологии и сроков обработки почвы и узким спектром хронически применяемых гербицидов.

Потенциальные потери урожая зерновых культур от сорных растений, по оценке БелНИИЗР, в 1998 г. составили 18-20,1%.

К потерям от сорных растений еще нужно добавить потери от болезней, которые в зависимости от вида зерновой культуры, устойчивости сорта и степени развития болезни составляют в пределах 10-20%, а в целом недобор продукции может достигнуть более 30%.

Увеличение доз органических и минеральных удобрений может быть оправданным лишь при эффективной системе защиты растений. По усредненным данным БелНИИЗР, окупаемость затрат на защиту растений составляет на зерновых культурах 2,0 раза, зернобобовых — 3,3, картофеля — 11,1 раза.

Использование в производстве в полной мере интегрированной системы защиты растений обеспечило бы дополнительный сбор зерна не менее 0,5 млн.т, а применение азотных удобрений на основе почвенно-растительной диагностики под зерновые в объемах 1990 г. обеспечило бы за счет увеличения коэффициента использования питательных веществ общую прибавку урожая около 1,0 млн.т зерна. Только из-за не решения организационных вопросов по сортосмене и семеноводству республика недобирает около 0,5 млн.т зерна и более 2 млн.т картофеля.

В решении насущных проблем адаптивного земледелия первостепенная роль принадлежит селекции и семеноводству сельскохозяйственных культур.

Каждому новому периоду в развитии отрасли растениеводства требуется адекватная, обязательно упреждающая, стратегия селекции растений. Основные ее этапы отмечены яркими достижениями отечественной селекции: при экстенсивном ведении производства шедеврами селекции зерновых культур в республике были сорта: ячменя Винер, овса Надежный, ржи Беняконская; в период химизации — ячменя Московский 121, ржи Белта, пшеницы Мироновская 808; на этапе техногенной интенсификации — ржи Пуховчанка и Верасень, ячменя Зазерский 85, Прима Белоруссии, Гонар, овса Буг и другие.

В середине 70-х годов на этапе техногенной интенсификации производства аграрного сектора селекционерами республики была разработана и успешно реализована на практике стратегия селекции сельскохозяйственных культур на высокий потенциал урожайности. У современных сортов зерновых культур белорусской селекции он достигает 8-10 т/га, зернобобовых — 5-6, картофеля 50-70 т/га. Более 60 сортов картофеля, ячменя, ржи, овса, люпина и других культур районированы за пределами республики, а отдельные из них включены в государственные реестры сортов стран Западной Европы, в частности: 2 сорта узколистной люпина Бордако и Борвето — в Германии; высококрахмалистый сорт картофеля Верба — в Швеции.

Прогрессу в селекции на высокую урожайность в это время способствовал техногенный путь интенсивного развития отрасли растениеводства в республике, возможности которого на современном этапе ограничены финансовыми и энергетическими ресурсами.

Резкое повышение стоимости энергоресурсов, необ-

ходимость сокращения затрат и повышения производительности труда обусловили новые требования к сортам и технологиям возделывания сельскохозяйственных культур.

Стратегия селекции растений на современном этапе должна быть сфокусирована на повышении устойчивости (толерантности) сортов к абиотическим и биотическим стрессам при высоком уровне продуктивности и качества продукции. Для решения этой задачи требуются соответствующие принципы организации селекционного процесса, разнообразный генофонд, современные методы и материально-техническая база селекции.

Основополагающими принципами современной стратегии селекции являются принципы: адекватности, действующей в сфере природно-экологической среды и конкретных экономических условий; энергоресурсобережения, путем мобилизации биологического потенциала растений; охраноспособности сортов (правовая и экономическая сфера) и сортосмены (организационно-хозяйственная сфера).

Постулируемый нами принцип адекватности сводится к необходимости формирования соответствия сорта среде обитания в процессе его создания. Из этого принципа возникает необходимость критического анализа мест расположения селекционных учреждений в Республике Беларусь. Вряд ли можно признать нормальной ситуацию, когда селекция по ведущим в республике культурам: ржи, ячменю, картофелю, площади посева по каждой из которых приближаются к 1 млн. га, ведется по существу в одной точке для большого разнообразия типов почв и условий Беларуси, а селекция злаковых трав в последнее время и вовсе прекращена.

На этапе адаптивной интенсификации земледелия заслуживают внимания ряд новых подходов к селекции и семеноводству. В частности, представляют интерес полученные И.М. Молчаном (1994) в экспериментах с озимой пшеницей Мироновская 808 результаты, на основании которых сделан вывод о том, что стабильную по годам урожайность при действии различных стрессовых факторов пластичный сорт обеспечивает не за счет биологической устойчивости (выживаемости), а за счет толерантности (способности сорта мало снижать урожайность).

Такой подход предполагает отказ от направленного отбора генопитов с максимальной выраженностью селекционных признаков в пользу среднего их значения, от использования абсолютной устойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым факторам среды в пользу неспецифической полевой толерантности, от организменного подхода в пользу системно-биоценотического.

Представляет интерес предлагаемый В.А. Драгавцевым (1997) подход к селекции, базирующийся на семи физиолого-генетических системах: 1) аттракции; 2) микрораспределений пластических веществ; 3) адаптивности; 4) полигенного иммунитета; 5) «оплаты корма»; 6) толетарности к загущению фитоценоза; 7) генетической вариабельности длины периодов онтогенеза. Такой системный подход позволяет не только организовать адаптивные селекционные технологии, но и создавать стержневые коллекции любых видов для максимального использования внут-

ривидового генетического разнообразия в селекции.

П.П. Васюков (1997) для повышения адаптивного потенциала при селекции ячменя в Краснодарском крае рекомендует проводить испытание популяций  $F_1$  -  $F_6$  на продуктивность, затем среди лучших из них проводить отбор элитных растений.

Безусловно, селекция в направлении адаптивной интенсификации невозможна без организации специальных анализирующих и провокационных фонов.

Решение проблемы генетической защищенности сортов от болезней и вредителей требует организации мониторинга за распространением генов вирулентности и поиска источников новых эффективных генов устойчивости.

Особенно велика в современных условиях роль генофонда.

Заслуживает внимания предложенный в БелНИИЗК Н.С. Купцовым на узколистом люпине так называемый «принцип генетической системы родителей». Суть его сводится к объединению и концентрации в ограниченном (порядка 15-20) числе образцов всех основных контролируемых в селекционном процессе признаков и свойств вида люпина (тип соцветия, тип развития, темп роста, характер ветвления, высота растений, степень ксероморфности, размер семян, окраска, устойчивость к фузариозу, качество зерна и т.д.). При этом каждый из образцов системы должен быть комплементарен друг к другу по неаллельным генам (по принципу комплементарности полинуклеотидов молекул ДНК).

Преимущество генетической системы родителей перед обычной коллекцией заключается в следующем:

- минимальный объем образцов, необходимый для сохранения генетического вида;
- коллекция в этой системе становится истинно генетической, поскольку гены, хранящиеся в ней, предварительно изучаются на аллельность и характер взаимодействия;
- исключается эрозия генетического материала во времени, так как в результате комплементарного взаимодействия генов и их рекомбинаций происходит реверсия генов диких видов;
- резко сокращается объем работ по хранению коллекции.

Гибриды от скрещивания образцов генетической системы родителей используются в практической селекции как источник колоссального генетического разнообразия. С использованием принципа генетической системы родителей созданы сорта и образцы узколистного кормового люпина с принципиально новыми ассоциациями генов, отсутствующими в природе (например, колосовидный, метельчатый, щитовидный, пальмовидный и другие типы). Указанные типы в свою очередь служат источниками новых уникальных ассоциаций генов.

Принцип адекватности не менее важен и в системе государственного сортоиспытания. Суть его в этом случае сводится к необходимости испытывать сорта в соответствующих почвенных и агроклиматических зонах на двух агротехнических фонах: высоком по техногенно-интенсивной технологии и среднем, типичном для окру-

жающих хозяйств агрофоне и технологии возделывания.

Второй принцип энергоресурсосбережения, направленный на мобилизацию эндогенного биологического потенциала путем селекции, требует глубокого анализа и контроля эффективности использования факторов среды и ресурсов на формирование урожая. В этой связи особенно актуальными являются вопросы генетики степени использования ресурсов сортами растений, экспрессии этого свойства в различных условиях среды, выявления и использования источников и доноров высокой ресурсной эффективности. В основе конкурса селекционных программ должен быть критерий энергетической эффективности сорта.

Существенные изменения на современном этапе должны претерпеть и методы селекции. В этой связи приоритетное развитие должны получать методы интрогрессивной селекции, гетерозиса, биотехнологии, которые обеспечивают не только высокую и стабильную урожайность, но и гарантируют охрану авторских прав на селекционные достижения.

Сегодня нельзя не заметить уровень прогресса, достигнутый рядом зарубежных фирм в области создания трансгенных сортов растений. Первые сорта трансгенной сахарной и кормовой свеклы германских фирм появились и в Госсортоиспытании РБ. Дело здесь не в погоне за модой, а прежде всего в экономике. Защита посевов 1 га сахарной свеклы с геном устойчивости к гербициду раундап стоит 60\$, а применение традиционной системы защиты обходится в 160-180\$, или в 2,5-3 раза дороже. К сожалению, мы в этом направлении составить конкуренцию зарубежным фирмам сейчас не в состоянии, а это чревато печальными последствиями. Поскольку решить эту проблему отдельно в Беларуси проблематично, я бы считал чрезвычайно важным создать единый центр трансгенной селекции в рамках союза Россия-Беларусь или в рамках государств СНГ. Кадры, подготовленные в том числе и за рубежом, как в России, так и в Беларуси для этой работы имеются, нужна организация современной технической базы для введения трансгрессивных генов в лучшие коммерческие сорта местной селекции.

Особенностью принципа охраноспособности в селекции является необходимость соответствия сортов критериям новизны, отличимости, однородности и стабильности. Наиболее сложным для селекционеров является требование к однородности сорта, что требует качественно нового уровня семеноводческой работы.

По мере повышения плодородия почв, культуры земледелия, роста экономики хозяйств неуклонно возрастает вклад сорта в повышение урожайности. Если в середине 70-х годов прибавка урожая от селекции и семеноводства оценивалась в 15-20%, то сейчас она составляет 30-40%, а в перспективе, по прогнозам ученых, возрастет до 50-80%.

Результаты селекции наиболее рельефно видны при анализе сортосмены. Обычно сортосмена происходит с периодичностью 7-10 лет, хотя наиболее эффективный период отдачи сорта — первые 5 лет.

Рассматривая сортосмену как процесс микроэволюции

культурных растений, используя ретроспективный анализ результатов сортоиспытания в середине 70-х годов, нами была обоснована стратегия селекции зерновых культур на высокий генетический потенциал продуктивности. Было выявлено, что основным, по мере сортосмены, фактором роста урожайности ярового ячменя и других зерновых культур служит повышение густоты продуктивного стеблестоя. При этом меняется морфотип растения и архитектура посева в сторону повышения толерантности к загущению, ксероморфности структуры листа, способности растений к интенсивному и равномерному кушению, снижению высоты растений.

Учитывая разнообразие почв республики по механическому составу и уровню плодородия, нами в свое время был обоснован принцип дифференцированного подхода к селекции и созданию системы взаимодополняющих сортов.

В многообразных почвенно-климатических и хозяйственно-экологических условиях современного сельскохозяйственного производства особенно важна роль сортов как биологической системы, обеспечивающей стабилизацию урожайности на высоком уровне.

Преимущество системы адаптированных взаимодополняющих сортов состоит в том, что различаясь по продолжительности и структуре вегетационного периода, генетическому контролю устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов и отзывчивости на оптимизацию условий произрастания, различных по хозяйственному назначению, система сортов обеспечивает наиболее рациональное использование уровня плодородия почв, биологического потенциала сорта и факторов среды.

Дифференцированный подход к подбору и размещению сортов в хозяйствах и полях севооборотов — один из наиболее важных, доступных и дешевых факторов повышения уровня адаптивности растениеводства в республике. Условно все районированные сорта зерновых культур можно представить в виде двух основных групп: с высоким потенциалом урожайности, с одной стороны, и с повышенным адаптивным потенциалом, с другой. К сортам с хорошей адаптивностью относятся: у тетраплоидной озимой ржи — Пуховчанка, у диплоидной — Калинка, причем адаптивность диплоидных сортов выше, чем тетраплоидных, у озимой пшеницы — Надежа, Сузорье, Капылянка; у озимого тритикале — Дар Белоруссии, Идея, Модуль, Мара; ярового ячменя в группе раннеспелых сортов — Гасцінец, в группе среднеспелых — Гонар и в группе среднепоздних — Прима Белоруссии; у овса — Асілак; у гречихи — Анита Белорусская.

К сортам с высоким потенциалом продуктивности относятся: озимой ржи — Верасень, Игуменская, Радзіма, озимой пшеницы — Пошук, Гармония, Каравай, тритикале — Мально, Михась, Дубрава, ярового ячменя — Вежа, Зазерский 85, Визит, Березинский, Сябра, Сталы, Дивосны, Талер, Атаман, овса — Буг и др.

Исходя из характеристики сортов по потенциалу продуктивности и адаптивности, устойчивости к болезням и полеганию, другим биологическим особенностям, в каждом хозяйстве есть возможность и необходимость

возделывать 2-3 сорта по культуре.

Следует также подчеркнуть, что важным фактором, особенно при дефиците энергоресурсов, реализации потенциала сорта является устойчивость к полеганию и болезням. Лучшими по устойчивости к полеганию, фактически не требующими применения ретардантов являются сорта озимой ржи Верасень, пшеницы Гармония, тритикале Мально, Михась, ярового ячменя Сябра, Делита, Атаман.

Крупным резервом повышения уровня адаптивности растениеводства служит генетическая защищенность сортов от болезней. В этом аспекте следует отметить сорт озимой ржи Верасень по устойчивости к снежной плесени, сорта озимого тритикале Дар Белоруссии, Мально, Михась, Идея, Мара, Дубрава, Модуль, ярового тритикале Лана как устойчивые к листовым болезням; сорта ячменя Вежа, Гонар, Гасцінец — устойчивы к мучнистой росе, овса Буг и Асілак — корончатой ржавчине.

Концепция современного семеноводства, по определению профессора Гуляева Г.В., основывается на генетическом учении о сорте как самовоспроизводящейся, относительно устойчивой биологической системе. Она исходит из необходимости возможно полной реализации достижений селекции путем быстрого освоения в производстве новых сортов. Эта концепция обосновывает принцип замены сортообновления сортосменой. Для его успешной реализации требуется новая модель современной системы семеноводства, а именно как интеграционная структура селекционных учреждений с производителями семян при государственной дотации и регулировании ее функционирования.

Стратегия селекции растений на современном этапе адаптивной интенсификации нуждается в качественно

новом уровне теоретических исследований, который в условиях острого и хронического дефицита финансовых средств не соответствует уровню поставленных задач.

В частности, в области селекции истощается и слабо пополняется генофонд растительных ресурсов, до минимума сведено финансирование фундаментальных исследований, прекратились, по существу, творческие связи ученых не только с дальним, но и ближним зарубежьем, ограничена и сужена география государственного испытания как отечественных, так и зарубежных сортов, сократилось информационное обеспечение науки, в основном устарела и ни в коей мере не отвечает современному уровню материально-техническая база науки. Ясно одно — без солидных капитальных вложений в развитие материально-технической базы, подготовку кадров и социальную сферу серьезная конкуренция аграрной науки республики на мировом уровне проблематична.

Следует отметить, что в 1997-1998 гг. Правительство республики приняло ряд конкретных мер по поддержке науки (выделены средства на фитотронно-тепличный комплекс, куплен ряд новых современных приборов: линия «Венема» для определения качества сахарной свеклы, спектрофотометры, прибор для ПЦР-анализа и др.).

Таким образом, магистральный путь развития отрасли земледелия в республике Беларусь — это путь адаптивной интенсификации, сущность которой сводится к интегрированным системам земледелия и технологиям, рациональному использованию энергетических ресурсов и естественных природно-климатических факторов среды, мобилизации биологического потенциала продуктивности и устойчивости растений, прежде всего путем селекции.