

УДК 631.147

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ И КОРМОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ РОССИИ К 2030 г.

В.М. КОВАЛЕВ

В работе дана характеристика почвенно-климатических и организационно-экономических условий на современном этапе развития агропромышленного производства в России. Удорожание средств производства, тенденция снижения плодородия почв, ухудшение экологии окружающей среды, прогнозируемое глобальное изменение климата могут привести к снижению уровня и стабильности сельскохозяйственного производства, продовольственной безопасности страны. Превентивные меры в создавшихся условиях: комплексное и дифференцированное использование генетических, природных ресурсов и техногенных факторов. Это предполагает оптимизацию генетических параметров растений, повышение их устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам. Причем, чем менее благоприятны почвенно-климатические и погодные условия, тем больше возрастает роль биологических факторов — адаптивного районирования сельскохозяйственных угодий, создания устойчивых сортов и гибридов, повышения плодородия почв.

В современных условиях агропромышленному производству сопутствуют следующие неблагоприятные тенденции: удорожание средств производства; снижение плодородия почв и качества производимой с.-х. продукции; ухудшение экологии окружающей среды; прогнозируемое глобальное изменение климата. В связи с этим на первый план выступает проблема продовольственной безопасности и здоровья населения страны. Важное место отводится научно-техническому прогрессу, разработке и освоению новаций. В общем инновационном потоке особое значение приобретают: система подготовки соответствующих специалистов, каналы распространения научной информации, способы активизации научного поиска и т. п.

Способность живых организмов избирательно потреблять из окружающей среды доступную свободную энергию, необходимую для роста и развития, а также использо-

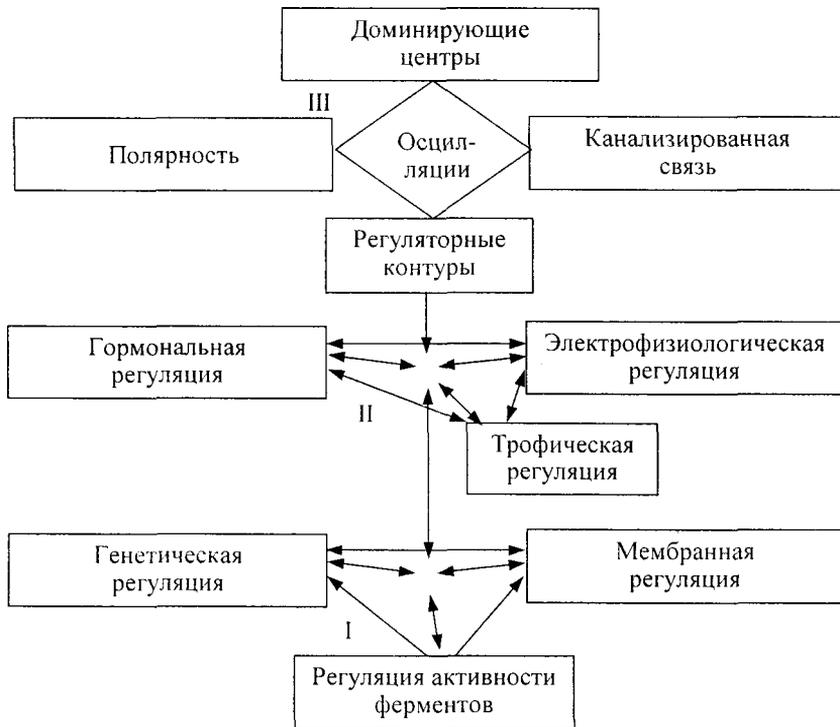
вать ее на построение и поддержание в работоспособном состоянии своих структур обусловлена наличием у них специальной организации, управляющих (информационных) систем, которые воспринимают, хранят, перерабатывают и используют информацию. Только благодаря этой способности живые организмы являются самоорганизующимися и самовоспроизводящимися. Можно считать общепризнанным, что наиболее важной и общей задачей управляющих систем организма является сохранение и поддержание в работоспособном состоянии его энергетической основы, создание благоприятных условий для устойчивого постоянного их функционирования при изменяющихся условиях внешней среды [6].

Организм как открытая система существует до тех пор, пока осуществляется обмен веществом и энергией с внешней средой. Его целостность обеспечивается система-

ми регуляции, управления и интеграции, схематично представленными для растений на рисунке [5]. Важнейшими из них являются: генетическая, гормональная, метаболическая, мембранная, трофическая, электрофизиологическая. Усиливая или ослабляя рост, развитие и другие процессы, эти системы во взаимодействии с факторами внешней среды и приемами агротехники определяют тип морфогенеза, структуру, продуктивность, качество и адаптацию растений.

В связи с возникшей проблемой глобального изменения климата, вызванного воздействием антропогенных факторов на среду, в разных странах ведутся исследования по прогнозу возможных его последствий для агроэкосистем. Специалисты отмечают тенденцию увеличения содержания CO_2 в атмосфер-

ном воздухе со скоростью 1-1,5 мкбар в год [2]. Углекислый газ является очень сильным поглотителем тепловой длинноволновой радиации, что приводит к разогреву атмосферы и повышению в ней паров воды (парниковый эффект). С другой стороны, повышение содержания CO_2 в воздухе окажет положительное влияние на величину фотосинтеза растений. В связи с этим в физиологических лабораториях мира активизировались исследования роста растений в таких условиях. Следует отметить, что увеличение содержания CO_2 в естественных условиях сопровождается также накоплением различного рода загрязнителей в атмосфере. Поэтому при обсуждении данных, полученных в фитотронах, следует иметь в виду, что часть эффекта от повышения концентрации CO_2 в



Системы регуляции и интеграции у растений [5]

естественных условиях будет «съедаться» отрицательным воздействием загрязнителей на растения.

В связи с тем что парниковый эффект приводит к проявлению различных, порой разнонаправленных факторов, его нельзя прогнозировать чисто умозрительными методами. Точные расчеты можно произвести только с помощью динамических математических моделей, имитирующих реальные биосферные процессы. Так, в Институте сельскохозяйственной метеорологии с помощью географической системы климат — почва — урожай [7] имитировали агроэкосистемы двух типов (зерновые культуры и сеяные травы) при различных возможных сценариях изменения климата и плодородия почвы до 2030 г. в целом для России. Расчеты приведены в таблице. Варьирование воздействия по одному фактору (варианты 1-4) показывает, что все они значительно влияют на продуктивность сельскохозяйственных культур и ни один из факторов нельзя исключать из анализа. Так, аридное потепление сопровождается усилением засушливости и ведет к снижению средней урожайности зерновых культур на 15%, а сеяных трав всего на 3% (вариант 1). Преимущество многоукосных трав заключается в их способности более полно утилизировать ресурсы вегетационного периода. Расчеты в этих вариантах по сценарию гумидного потепления (земско-межледниковья) подтверждают сделанный выше вывод. В случае его реализации урожайности зерновых возрастет на 9%, а сеяных многоукосных трав на 20%. Ожидаемое к 2030 г. увеличение содержания CO_2 на 20% (при сохранении его глобальной эмиссии на уровне 1990 г.) при нынешних климатических условиях привело бы к росту урожайности

зерновых на 15%, а сеяных трав на 13% (вариант 2). В данном случае обогащение атмосферы углекислотой компенсирует отрицательное последствие изменений климата у зерновых культур, а для трав возможен даже рост урожайности на 9%. Положительный эффект атмосферного CO_2 может быть нейтрализован не только ухудшением климатических условий, но и загрязнением атмосферы, деградацией плодородия почв (вариант 9).

Максимальные величины падения урожайности как для аридного, так и для гумидного сценариев потепления отмечаются в варианте 11 у зерновых культур (-35 и -17% соответственно). Этот гипотетический вариант может реализоваться, если содержание CO_2 не увеличится, а процесс потепления из-за инерции океанов или других причин не прекратится и загрязнение приземного воздуха озоном, окислами С и N, деградация почв продолжится.

В случае вариантов 5, 8, 15 с оптимизацией почвенных условий, когда не лимитируется минеральное питание растений, можно ожидать рост урожайности зерновых на 120%, а трав — в 2 раза, как в странах Западной и Северной Европы. Правда, ожидаемый по моделям общей циркуляции атмосферы в условиях более теплого и сухого климата прирост урожайности зерновых культур составит только 74%, трав — 100%. В условиях с более теплым влажным климатом рост продуктивности может увеличиться в 1,5 раза.

Продовольственная безопасность страны определяется, прежде всего, повторяемостью урожаев ниже определенного критического уровня (хотя снижение среднего уровня тоже имеет весьма отрицательные последствия). На основе уста-

**Прогноз урожайности зерновых и кормовых культур в целом для России
при возможных изменениях экологических условий к 2030 г. [7]**

Вариант	Возможные изменения экологических условий	Аридное потепление		Гумидное потепление	
		изменение урожая, % современного уровня			
		зерновые	кормовые	зерновые	кормовые
<i>I. Изменение одного фактора</i>					
1	Климата	-15	-3	+9	+20
2	Содержания CO ₂	+15	+13	+15	+13
3	Содержания озона	-9	-6	-9	-6
4	Деградация почв	-13	-8	-13	-8
5	Оптимизация почвенных условий	+119	+99	+119	+99
<i>II. Изменение двух факторов</i>					
6	Климата и содержания CO ₂	-2	+9	+26	+34
7	Климата и деградация почв	-27	-14	-6	+6
8	Климата и оптимизация почвенных условий	+74	+100	+146	+147
9	Деградация почв, увеличение содержания CO ₂	0	+3	0	+3
10	Климата, содержания приземного озона	-24	-11	-2	+11
<i>III. Изменение трех факторов</i>					
11	Климата, концентрации озона, деградация почв	-35	-21	-17	-1
12	Климата, содержания CO ₂ и озона	-12	0	+11	+25
13	Климата, содержания CO ₂ , деградация почв	-16	-1	+8	+20
<i>IV. Изменение четырех факторов</i>					
14	Климата, содержания CO ₂ и озона, деградация почв	-26	-9	-4	+11
15	Климата, содержания CO ₂ и озона, оптимизация почвенных условий	+67	+99	+136	+144

Примечание: 1. Изменение климата рассчитывали по сценариям GFDL и EM1. 2. Под изменением содержания CO₂, понимается его увеличение на 20%, а приземного озона на 30%. 3. Деградация плодородия почв здесь означает уменьшение запасов гумуса на 20%.

новленной зависимости вариации урожайности яровой пшеницы (V) и климатических параметров показано, что значение V растет при увеличении температуры и уменьшении количества осадков. Расчеты на модели показали, что повторяемость низких урожаев зерновых культур на территории северо-западного экономического района при потеплении уменьшится в среднем в 2 раза, а на Северном Кавказе возрастет в 3,5-4,5 раза. В Краснодар-

ском крае повторяемость низких урожаев яровых зерновых может увеличиться в 5~7 раз при уменьшении среднего уровня урожая на 30%. В целом для России стабильность производства зерна в этом случае снизится в 2 раза.

Однако при повышении плодородия почв, даже при самом неблагоприятном изменении факторов природной среды, продуктивность сельского хозяйства России может быть увеличена на 60-70%. Еще более

значительных результатов можно ожидать, если будет реализована программа адаптации сельского хозяйства страны к новым условиям, предусматривающая перераспределение посевных площадей, внедрение влагоберегающих технологий, сортов и культур, более приспособленных к теплому и сухому климату, а также других приемов, повышающих их устойчивость к стрессовым факторам.

Факторы роста продуктивности посевов и стабильности урожаев. Важнейшим резервом роста урожайности является наиболее полная реализация потенциальной продуктивности возделываемых сортов и гибридов, эффективное использование почвенно-климатических ресурсов и техногенных факторов. Адаптивное районирование с.-х. угодий предполагает возделывание каждой культуры и сорта в наиболее благоприятных для их выращивания почвенно-климатических зонах. В настоящее время общепризнанным является необходимость перехода к так называемой **«биологизации» технологий,** к стратегии адаптивной интенсификации растениеводства, предусматривающей комплексное и дифференцированное использование генетических, природных ресурсов и техногенных факторов. Такой подход предполагает оптимизацию генетических параметров растений, повышение их устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам. При этом чем менее благоприятны почвенно-климатические и погодные условия, тем выше роль биологических факторов.

В экономически развитых странах все большее применение находит математическое моделирование для управления формированием урожая и предсказания урожай-

ности с.-х. культур в целях достижения максимальной эффективности земледелия. Потребность в разработке и совершенствовании математических моделей урожая обусловлена непрерывным усложнением задач системного характера, возникающих во всех отраслях сельского хозяйства, ужесточением требований к корректности и обоснованности принятия решений. Все это ведет к повышению удельного веса математических моделей в ряду средств современной информационной технологии. Ознакомиться с детальной сводкой по этим вопросам можно в публикации [2].

По мнению некоторых исследователей, кардинальным путем повышения урожайности с.-х. культур и ее стабильности является создание трансгенных, т.е. генетически модифицированных растений (ГМР) [8]. Однако широкомасштабный перевод растениеводства на этот путь развития сдерживают высокая стоимость работ по созданию ГМР и биобезопасность. Последнее обстоятельство вызывает обеспокоенность людей и их протест против производства продуктов питания из ГМР. Почему это происходит? Теоретически не исключается, что в результате взаимодействия чужеродных и собственных генов генетически модифицируемого организма (ГМО), а также воздействия мутагенных факторов среды могут возникать наследственные изменения ГМО, приводящие к образованию опасных для здоровья людей и окружающей среды токсичных белков и других органических соединений. Правда, следует отметить, что эти вопросы находятся под контролем специальных комиссий по биобезопасности, созданных в странах, занимающихся генно-инженерными работами, в т.ч. и в России.

Другой путь управления продукционным процессом растений в целях повышения их продуктивности и устойчивости к стрессам — применение природных и синтетических фиторегуляторов для обработки семян и посевов сельскохозяйственных культур. Недостатком этого способа является наличие генетической и экологической опасности, особенно при использовании химических аналогов фитогормонов. В связи с вышеизложенным поиск новых приемов управления продукционным процессом растений является актуальным. В ряде работ, выполненных в последнее время, показана высокая эффективность сверхслабых (нетрадиционных) физических полей определенной структуры и свойств (лазер, СЭС, ССФ, УФ и др.) [2] для управления гормональным балансом и продукционным процессом живых организмов.

В наших исследованиях для повышения функциональной активности растений и других живых организмов используется квантово-резонансный излучатель [1—4]. Воздействующим фактором, приводящим к повышению функциональной активности живых организмов, является сигнал специальной формы (ССФ). По-видимому, этот эффект реализуется на уровне водородных связей путем оптимизации пространственной структуры биополимеров без разрыва химических связей (конформация).

ССФ — биостимулятор физической природы, воздействующий на организм и оптимизирующий физиолого-биохимические процессы с учетом индивидуальных особенностей организма. По своим характеристикам он близок к естественным волновым излучениям Земли и Солнца.

Воздействие ССФ относится к фенотипическому активатору и не вызывает перестройки генотипа организма. Это исключает образование в процессе метаболизма каких-либо непредсказуемых нежелательных (вредных) продуктов в объекте-реципиенте.

ССФ-технологии, использующиеся в качестве малоинтенсивного дополнения к традиционным технологиям производства с.-х. продукции, не нарушают сложившихся принципов земледелия. По этому признаку они относятся к **нанотехнологиям**. Преимущества применения ССФ-технологий: технологичность, экологичность, экономичность. При промышленном использовании ССФ-технологий достигнуто: повышение урожайности льна — на 45%, хлопчатника — на 40%, пшеницы — на 25%, других культур — не менее 15%, сокращение сроков вегетации и созревания, повышение устойчивости растений к стрессовым факторам и качества с.-х. продукции [1-4].

Особенности технологий производства и пути решения проблемы продовольственной безопасности страны в современных условиях развития АПК изложены в разработанной автором учебной программе «Методология управления живыми организмами и системами (оптимизация)», которая отвечает предложениям Министерства образования и науки РФ «О совершенствовании профессионального образования» (письмо № 03-297 от 10.09.2004).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев В.М., Белов Д.В., Зачесов А.С. ССФ-технологии. М., 2004. — 2. Ковалев В.М. Теория урожая. М.: Изд-во МСХА, 2003. — 3. Ковалев В., Калашикова Е., Белов Д. и др. ССФ-технологии повышения урожайности хлопчатника. — Международный сельскохозяйственный

журнал, 2004, № 3, с. 54-62. — 4. *Кочаров С., Ковалев В., Калашикова Е. и др.* Новая технология выращивания льна. — Бизнесгазета «Крестьянские ведомости», 2004, № 31, с. 9. — 5. *Полевой В.В.* Физиология растений. М.: Высшая школа, 1989. — 6. *Свенцицкий И.И.* Принципы энергосбережения в АПК. Естественно-научная методология. М.: ГНУВИЭСХ, 2001. — 7. *Сиротенко О.Д., Абашина Е.В.,*

Павлова В.Н. Чувствительность сельского хозяйства России к изменению климата, химического состава атмосферы и плодородия почв. — Метеорология и гидрология, 1995, № 4, с. 107-114. — 8. *Шевелуха В.С.* Транегеноз и биобезопасность (достижения науки и тревога общества). — Сельскохозяйственная биотехнология, т. 2. М.: Воскресенье, 2001, с. 15-24.

*Статья поступила
20 сентября 2004 г.*

SUMMARY

Soil-climatic and organizing-economic conditions in agribusiness complex in Russia nowadays are considered in this article. The rise in the cost of means of production, decreasing soil fertility, worsening of ecology, predictable global climatic changes can cause a stability level lowering in agribusiness and a threat of national food-producing security. The preventive, drastic measures under these conditions are: complex and various usage of genetic, natural and technological factors. It is supposed to optimize plant genetic parameters to increase their resistance both to abiotic and biotic stress. Thus the less favourable soil-climatic and weather conditions are the more important the role of biological factors is — adaptive division into districts of farm land, development of resistant varieties and hybrids, an increase of soil fertility.