

А.В.Кильчевский, член-корреспондент ААН Республики Беларусь,
доктор биологических наук, профессор
Белорусская сельскохозяйственная академия

УДК 631.524.84:631.524.86

Продуктивность и устойчивость культурных растений (итоги II Международного конгресса по биологии и технологии возделывания растений)

Обсуждаются итоги II Международного конгресса по биологии и технологии возделывания растений (1996, Дели, Индия). Описаны основные направления достижения продуктивности и устойчивости агроценозов. Представлен анализ нового этапа "зеленой революции" в Индии и других странах на основе экотехнологий. Приводится сводка исследований по сохранению биоразнообразия, достижениям и новым направлениям в генетике, селекции и биотехнологии, показаны примеры использования трансгенных растений в сельскохозяйственной практике.

17–24 ноября 1996 г. в Дели прошел II Международный конгресс по биологии и технологии возделывания растений. Я принял участие в конгрессе по приглашению Национальной академии сельскохозяйственных наук Индии. Конгресс собрал более тысячи участников из 68 государств мира. Широкая тематика позволила привлечь специалистов из разных областей: селекционеров, генетиков, биотехнологов, физиологов, технологов и др. В конгрессе приняли участие многие авторитетные международные организации: ФАО, Международный банк по реконструкции и развитию, СИММИТ (международный центр по селекции кукурузы и пшеницы) и др. В числе делегатов были известные ученые Н.Борлауг (США) – лауреат Нобелевской премии, М.Сваминатан – президент Национальной академии сельскохозяйственных наук Индии, ведущий генетик США К.Фрей и многие другие. Конгресс проходил под девизом: "Продуктивность и устойчивость культур – взгляд в будущее".

Открыл конгресс президент Индии Шанкер Дайал Шарма. В своем приветствии он отметил, что Индия, обретя независимость и использовав идеи и методы "зеленой революции", сумела обеспечить себя основными продовольственными товарами. Задачи, которые стоят перед учеными и фермерами сейчас – увеличение товаров сельского хозяйства при более рациональном использовании естественных природных ресурсов, т. е. развитие экотехнологии как пути к новой зеленой революции. Для этого нужны сорта растений, которые эффективно используют ограниченные ресурсы воды, почвенного плодородия и пестицидов. Кроме того, важно расширить "продовольственную корзину", увеличить биологическое разнообразие культурных растений, для чего необходимы усилия по сохранению генетических ресурсов в Генном Банке Индии. Главные проблемы будущего – пищевая безопасность и устойчивое развитие сельского хозяйства.

The article analysis the results of the II International Congress on Biology and Crop Growing Technology held in Delhi, India in 1996. It describes the main trends in improving productivity and stability of agroecosystems. There is also the analysis of the new stage of "green revolution" in India and other countries based on ecological technologies. The article gives the digest of the results of the studies on preserving biodiversity, new trends in genetics, breeding and biotechnology, utilisation of transgen plants in agriculture.

Министр сельского хозяйства Индии Шри Чатуранан Мишра подчеркнул, что страна добилась самообеспечения зерном, фруктами, овощами, растительным маслом, рыбой, молоком и мясом. Все это стало возможным при реализации методов "зеленой революции" на 30% сельскохозяйственных площадей. Если будут достигнуты такие результаты на всей площади, Индия сможет прокормить удвоенную численность своего населения.

В течение пяти дней проходили заседания конгресса. Они включали пленарные, секционные, стендовые доклады (постеры). Особое внимание привлекли доклады М.Сваминатана (президент Национальной академии сельскохозяйственных наук Индии) на тему "Проблема устойчивой пищевой безопасности", а также Р. Пароды (секретарь Индийского комитета сельскохозяйственных исследований) на тему "Устойчивая зеленая революция: новые парадигмы".

Было отмечено, что в результате "зеленой революции" в Индии урожай зерна увеличился с 50,8 млн. т в 1950 г. до 192 млн. т в 1995 г., при этом урожайность возросла с 5,2 до 15,0 ц/га (пшеница 23,8 ц/га, рис 18,5 ц/га). Успех был бы невозможен без создания новых сортов в результате привлечения генетического материала из других стран. Решающую роль сыграли созданные Н.Борлаугом в Мексике в СИММИТ серии сортов короткостебельных пшениц (Сонора 63, Сонора 64 и др.). На их основе в Индии выведены сорта Кальянсона, Соналика и др. Короткостебельные сорта дали возможность применять повышенные дозы удобрений и эффективно использовать полив, что привело к резкому увеличению продуктивности. Аналогичная работа по созданию короткостебельных сортов интенсивного типа была проделана с рисом, сорго и другими культурами. При этом использовались четыре основных подхода: вовлечение чужеродных генов при отдаленной гибридизации; создание короткостебель-

ных интенсивных форм; создание сортов, устойчивых к болезням, вредителям и стрессам и использование гетерозисного эффекта.

Однако дальнейшая интенсификация сельского хозяйства повлекла за собой много экологических (эрозия почвы, истощение природных ресурсов), экономических (разорение мелких фермеров) и социальных проблем. В связи с этим рядом ученых разрабатываются идеи "устойчивой" или "вечнозеленой революции". В дни конгресса состоялась презентация новой книги М.Сваминатана "Устойчивое сельское хозяйство – на пути к вечнозеленой революции". Идеи "вечнозеленой революции" основаны на синтезе экологии, экономики, рационального использования энергии, социального равенства, занятости населения, этики. Главная роль в достижении устойчивого развития сельского хозяйства отводится внедрению экотехнологий, которые объединяют биотехнологии, информационные технологии, региональные технологии, использование возобновимых источников энергии (энергия солнца, ветра, биогаза). При этом рост продуктивности сельского хозяйства должен сочетаться с охраной и рациональным использованием почвы, воды, лесных ресурсов, биоразнообразия и атмосферы.

Большой интерес вызвал пленарный доклад Г.Каша (Филиппины) на тему "Стратегии увеличения продуктивности растений". В докладе отмечено, что население земного шара (5,7 млрд. человек) к 2010 г. достигнет 7 млрд. и к 2025 г. – 8. Это потребует увеличения продуктов питания на 50%. Такой результат должен быть достигнут при сокращении пахотных земель, более рациональном использовании воды и пестицидов, при условии действия биотических и абиотических стрессов на растения. Поэтому стратегической целью является создание более технологичных сортов, сочетающих продуктивность и экологическую стабильность. Задачи генетического улучшения потенциала продуктивности растений заключаются в следующем: (1) совершенствование методов селекции; (2) изменение идеотипа растений в сторону увеличения уборочного индекса; (3) использование эффекта гетерозиса; (4) расширение генетической основы через отдаленную гибридизацию; (5) изменение физиологических процессов, таких как высокая интенсивность фотосинтеза, низкое фотодыхание, повышенное накопление белка и крахмала. Стабильность урожая будет достигнута путем (1) достижения множественной устойчивости к болезням и насекомым; (2) устойчивости к абиотическим стрессам (засуха, холод, бедные почвы и т.д.). Продуктивность растений может быть улучшена путем создания сортов: (1) с более коротким вегетационным периодом; (2) лучшей способностью к усвоению элементов питания; (3) способностью к более эффективной биологической фиксации азота; (4) с лучшими качествами для послеуборочной доработки продукции и использования в пищу.

Особое внимание на конгрессе было уделено сохранению и использованию биоразнообразия. Идеи

Н.И.Вавилова, гениально предвидевшего необходимость сбора и сохранения генетических ресурсов планеты, реализованы в мировом сообществе. Решение Международной конференции в Рио-де-Жанейро (1992 г.) и разработанная в 1993 г. Конвенция биоразнообразия позволяют каждой суверенной стране распоряжаться своим генетическим разнообразием по своему усмотрению. К началу конгресса был приурочен специальный выпуск международного журнала "Diversity" (Разнообразие), посвященный Индийскому центру происхождения культурных растений. Индия в дни конгресса открыла Национальный Генбанк, который рассчитан на сохранение 145 тысяч образцов. При этом 800 образцов хранятся методом криосохранения в жидком азоте в виде культуры клеток, зародышей и пыльцы. Сохранение биоразнообразия позволяет расширить ассортимент сельскохозяйственной продукции, поддержать устойчивость агроэкосистем, вовлечь доноры нужных генов в селекционный процесс.

В пленарном докладе М.Зиммерман (Бразилия) "Влияние Конвенции биоразнообразия и мирового торгового договора на научное сотрудничество" обсуждались проблемы, связанные с использованием биоразнообразия мировым сообществом. Отмечалось, что, с одной стороны, основное биоразнообразие сосредоточено в развивающихся странах; с другой, – эффективные технологии разработаны и применяются в развитых странах. Желателен взаимовыгодный обмен генетическим материалом и технологиями между этими странами, однако в ряде государств введены авторские права на сорта растений, породы животных, штаммы микроорганизмов и технологии их применения. Все это создает трудности для равноправного и эффективного использования генресурсов и требует дополнительных усилий мирового сообщества по унификации законов об авторских правах и использовании биоразнообразия.

В рамках конгресса прошли одиннадцать симпозиумов, посвященных направлениям повышения продуктивности зерновых, технических, овощных, плодовых, декоративных, лекарственных и лесных культур; системам земледелия; способам преодоления биотических и абиотических стрессов; экологическим основам устойчивости продуктивности; методам количественного анализа экспериментальных данных и др. Особый интерес для селекционеров и генетиков вызвала серия докладов, посвященных использованию молекулярных маркеров для картирования геномов и использования маркеров в селекции по хозяйственно-ценным признакам (Нельсон, США; Снейп, Великобритания; Мельхингер, Германия; Мохан и др., Индия). В докладе Дж.Снейпа было показано, что анализ молекулярных маркеров у близкородственных видов из злаков (пшеница, ячмень, рожь) позволяет обнаружить сходные (гомеологичные) участки хромосом, а значит, и прогнозировать возможность поиска генов по наличию их у родственных видов. По сути

дела, эта работа является блестящим подтверждением на молекулярном уровне сформулированного Н.И.Вавиловым закона гомологических рядов в наследственной изменчивости.

В обзорном докладе М.Мохана и др. (Индия) показано, что использование молекулярных маркеров может быть эффективным в селекции по ряду признаков (устойчивость к болезням, абиотическим стрессам, качество продукции и др.) при трех условиях: 1) маркерный ген должен быть сцеплен с желательным геном; 2) должны быть разработаны эффективные методы анализа маркеров в больших популяциях растений; 3) эти методы должны быть дешевы и давать воспроизводимый результат. Высказывались и опасения, что взаимодействие генотип x среда потребует анализа связи маркеров и нужных генов в каждой конкретной популяции и каждой среде. В докладе директора ВИР В.А.Драгавцева (Россия) были изложены основные положения эколого-генетической инвентаризации генофонда растений. Показано, что традиционные менделевские подходы к анализу признаков, равно как и разработанные позднее К. Мазером, Дж.Джинксом (Англия) методы анализа количественных признаков, не всегда эффективны в результате взаимодействия генотипа и среды. Доказана возможность переопределения генетической организации сложного признака в различных условиях среды. Даны практические выводы по использованию модели для прогнозирования эффекта гетерозиса, смены направления доминирования, изменения корреляционных связей и др.

Мной был сделан доклад на тему "Экологическая селекция овощных растений в Беларуси". Сформулированы основные направления экологической селекции растений: адаптивная селекция для сочетания продуктивности и экологической стабильности в одном генотипе, селекция энергетически эффективных сортов и селекция сортов с минимальным накоплением поллютантов (тяжелые металлы, нитраты и др.). Показана на примере томатов возможность уменьшения накопления нитратов и тяжелых металлов в продукции в 2–3 раза в результате селекции. Разработанный нами совместно с академиком Л.В.Хотылевой метод анализа экологической стабильности генотипов и изучения сред испытания вызвал интерес. Специалистами из СИММИТ предоставлены нам для обработки и анализа данные по международному испытанию пшеницы в 27 странах (150 сред испытания).

Ряд докладов (около трети) на конгрессе был посвящен развитию биотехнологии как одного из главных компонентов экотехнологий. Пленарный доклад В.Пикока (Австралия) "Роль биотехнологии в повышении продуктивности и устойчивости растений" привлек внимание специалистов. В докладе было отмечено, что в 1995 г. в практике США и Великобритании начали использовать трансгенные растения томатов. В Австралии начали возделывать трансгенные растения хлопчатника, устойчивые к насекомым бла-

годаря гену Bt (ген бактерии *Bacillus thuringiensis*, вырабатывающий токсин, смертельный для насекомых). Одно из важнейших направлений в получении трансгенных растений – использование антисмысловых РНК, позволяющие подавить экспрессию нежелательных генов. В докладе приведен ряд примеров получения и использования трансгенных растений (картофель, устойчивый к вирусам; люпин с повышенным содержанием цистеина и метионина благодаря гену, перенесенному из подсолнечника; лен, устойчивый к болезням; пшеница, устойчивая к ионам алюминия; арабидопсис, способный расти при недостатке кислорода в зоне корней и др.).

Много примеров успешного применения биотехнологии было показано нам на выставке, посвященной развитию сельского хозяйства Индии, а также при посещении лаборатории биотехнологии Института сельского хозяйства Индии. В первую очередь следует отметить достижения этой страны в области микроклонального размножения растений. Более 50 частных компаний занимаются размножением бананов, сахарного тростника, эвкалипта, орхидей, земляники, картофеля, кардамона, бамбука и других культур. Так, например, учеными индийского института сахарного тростника разработана технология микроклонального размножения, позволяющая получать за 5,5 месяца более 77 тыс. растений из одного.

Методы клеточной селекции широко применяются для отбора растений. Активно ведутся работы по построению генетических карт и отбору генотипов на основе маркирования геномов, в особенности на рисе и томате. В ряде индийских лабораторий добились успеха в получении трансгенных растений. Ген Bt устойчивости к насекомым из бактерии был перенесен в растения табака, горчицы, риса и хлопчатника. Получены растения табака и картофеля, накапливающие белок с хорошим сочетанием аминокислот благодаря гену из амаранта.

Одним из важных направлений сельскохозяйственной биотехнологии в Индии является использование микробиологических удобрений на основе бактерий их рода Ризобиум, Азотобактер и др. На площади около 10 тыс. га применяют биологический контроль насекомых на основе препаратов, полученных из бактерии *Bacillus thuringiensis*.

В целом, анализируя большинство выступлений, можно отметить, что сельскохозяйственная наука интенсивно развивает теоретический фундамент для построения "устойчивого" сельского хозяйства. Идеи второго этапа "зеленой революции", предлагаемые М.Сваминатаном (вечнозеленая революция), во многом созвучны термину "адаптивное растениеводство", предложенному академиком А.А.Жученко. В любом из этих терминов заложены близкие идеи экологизации сельского хозяйства, разработка энергетически эффективных и природоохранных технологий для получения экологически безопасной продукции растениеводства.