

## СОВРЕМЕННАЯ СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ В АВСТРАЛИИ

Ю.Н. Шавруков

Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия  
Australian Centre for Plant Functional Genomics, University of Adelaide, Australia,  
e-mail: yuri.shavrukov@acpfg.com.au

Специфическое географическое расположение Австралии и размеры этого континента в южном полушарии оказывают существенное влияние на направления селекции растений. Широко распространено заблуждение, что далекий австралийский континент представляется нам зеленым и изобилующим пышной растительностью, это не так. Основная территория материка Австралия представляет собой гигантскую каменистую пустыню, изредка перемежающуюся небольшими оазисами растительности. Лишь адаптированные к таким условиям эвкалипты вносят определенное разнообразие в местный унылый ландшафт. Вся основная сельскохозяйственная деятельность как аборигенов, так и переселенцев организована в относительно узкой «полосе жизни», которая окаймляет весь австралийский континент по периметру. В первую очередь такое распределение сельскохозяйственных растений, а значит и сопутствующей жизни связано со спецификой формирования атмосферных фронтов и количеством выпадающих осадков. Особенность растениеводства Австралии состоит в том, что количество осадков, достаточное для выращивания основных сельскохозяйственных культур, выпадает в виде дождей только в зимний период и в относительно узкой прибрежной зоне. Но даже и в этой зоне осадки выпадают неравномерно, и засушливые периоды могут наносить серьезный урон растениеводству (Richards, 2002). За пределами этой зоны, ближе в центре австралийского континента, незначительные дожди бывают все реже, а в некоторых центральных районах они случаются лишь один–два раза в год. Лишь на севере Австралии (ближе в экватору) формируются особые погодные условия, где в тропической зоне выпадает огромное количе-

ство осадков, что вместе с жарким климатом создает прекрасные условия для развития тропического растениеводства. Экзотические для россиян манго и авокадо, селекцией которых занимаются на нескольких селекционных станциях в тропической зоне Австралии, вносят существенное разнообразие в маркетинг фруктов. Другим тропическим растением можно назвать сахарный тростник, селекция которого направлена в основном на дальнейшее повышение устойчивости лучших местных сортов и форм к вредителям и болезням (Vickers *et al.*, 2005). Коммерческий успех селекции сахарного тростника в Австралии неоспорим – она занимает лидирующее место по производству сахара из тростника во всей Юго-Восточной Азии. Правительство США было вынуждено принять специальный закон, ограничивающий импорт дешевого австралийского сахара для защиты американских производителей.

Главный отпечаток на направления селекции растений для нетропических зон Австралии накладывают засуха и нерегулярность выпадения осадков. Вновь создаваемые сорта основных культур должны выдерживать жаркую погоду при минимуме влаги и нерегулярных осадках. Поэтому жаро- и засухоустойчивость являются основным требованием для коммерческой реализации селекционного материала, в первую очередь злаков (Potgieter *et al.*, 2002; Taylor, 2004). Исключением являются лишь овощеводство, плодоводство и виноградарство, где используют ирригационную систему, но с особой экономией воды (полив осуществляется только капельным методом). Практически все фруктовые сады, виноградники и поля с овощами снабжены пластиковыми трубками, рас-

положенными вдоль рядов, с отверстиями для ирригации под каждое дерево (сады), лозу (виноградники) или по всему ряду (овощи). Разбрызгивание воды любыми способами считается неэффективным, а такой метод – экономически невыгодным и устаревшим.

Исследования селекционеров в области изучения засухоустойчивости, как почвенной, так и воздушной, являются приоритетными, в первую очередь для таких злаков, как пшеница и ячмень, занимающих лидирующее место в растениеводстве Австралии. В этой связи интересно отметить, что созданные в Австралии сорта пшеницы и ячменя – короткостебельные и ультраскороспелые. Это необходимо для того, чтобы максимально избежать неблагоприятного воздействия засухи. Злаки с другим габитусом и другими ростовыми параметрами не выдерживают никакой конкуренции и значительно теряют в урожайности из-за засушливых условий (Unkovich *et al.*, 2003; Vandeleur, Gill, 2004).

Другим лимитирующим фактором является засоление. Количество районов, подверженных засолению, чрезвычайно велико и составляет 30–35 % всех пригодных для растениеводства земель Австралии. Сюда включены области как первичного, так и вторичного засоления, значительный рост которых связан с использованием орошения. Поэтому возможности для выращивания чувствительных к засолению культур, в первую очередь фруктов и многих овощей, уменьшаются в связи с сокращением площадей вследствие засоления почв. Единственный разумный выход в сложившейся ситуации – подбор солеустойчивых культур, а также поиск образцов с повышенной солеустойчивостью у чувствительных к засолению растений (Ali *et al.*, 2004).

Наиболее солеустойчивым злаком в Австралии является ячмень: селекционеры добились у него существенного снижения чувствительности к засолению и поэтому многие сорта выращивают на засоленных почвах при незначительной потере урожая. Именно поэтому практически все изученные нами образцы ячменя австралийской селекции из коллекции ВИР (г. С.-Петербург) обладают повышенной солеустойчивостью.

В программе работы с пшеницей как менее солеустойчивой культурой, а также с чувстви-

тельными к засолению овощами и фруктами селекционеры используют как классические генетико-селекционные приемы, так и современные методы молекулярной генетики и изучение генетического контроля устойчивости к засолению (Munns *et al.*, 2003).

Токсические концентрации некоторых элементов также могут создавать дополнительные проблемы для роста, особенно злаков. Это в первую очередь относится к высокому содержанию в почве бора, – повсеместно распространенному явлению в зонах растениеводства Австралии. Успех кооперации между селекционерами и молекулярными биологами Австралии очевиден и весьма показателен. Селекционерам удалось вывести новые сорта пшеницы и ячменя, в десятки раз более устойчивые к бору, а молекулярные биологи изучили тончайший механизм воздействия этого элемента на растения и идентифицировали гены, контролирующие различные этапы усвоения бора (Nuttall *et al.*, 2005).

Алюминий является специфическим элементом, который проявляет свое токсическое воздействие только в закисленных почвах и при достаточном увлажнении (Zhang *et al.*, 2002). Поэтому изучение его вредного воздействия, а также селекционные работы на устойчивость к алюминию проводят в основном на овощных и фруктовых культурах и виноградниках (Ginting *et al.*, 2004).

Из биотических факторов основное внимание селекционеров обращено на устойчивость к различным типам ржавчины у злаков. Огромное количество всевозможных рас ржавчины было идентифицировано фитопатологами Австралии, а селекционеры пшеницы в этой стране ведут чрезвычайно плодотворную работу по поиску и изучению форм, устойчивых к различным штаммам ржавчины (Bagiana *et al.*, 2001). В результате селекции практически все выведенные сорта пшеницы устойчивы к нескольким типам ржавчины одновременно. Экономический эффект такой работы трудно переоценить, так как урожайность пшеницы в Австралии достаточно высока и за последние годы не отмечено сколько-нибудь существенных эпифитотий (вспышек) развития ржавчины в этой стране.

Финансирование селекционно-генетических работ в Австралии значительно отличается от российского. Главное отличие заключа-

ется в том, что австралийское правительство вообще не финансирует напрямую развитие растениеводческих наук. Все финансирование осуществляется через специальные фонды. Каждый фонд определяет свою политику и приоритеты в исследованиях и коммерциализации результатов в зависимости от собственных нужд (Blakeney, 2002). Самым крупным фондом, естественно, является зерновой фонд, объединяющий селекционеров и производителей пшеницы, ячменя и некоторых других злаков – GRDC (Grains Research and Development Corporation). Средства этого фонда складываются из процента от продажи зерна пшеницы государству и частным компаниям, а ячменя – еще и частным предприятиям, занимающимся производством пива. Излишне говорить, что обе части этого дохода весьма прибыльны, так как Австралия занимает лидирующее место по производству и продаже пшеницы в своем регионе, а спрос на пивоваренный ячмень постоянно растет в связи с увеличением производства выгодного и относительно дешевого пива. Интересно рассмотреть, как же тратит полученные средства указанный выше фонд? В штате фонда GRDC только два человека – директор и секретарь. Все остальные члены руководства являются ассоциированными, т. е. приглашаются лишь на заседания, и финансирование на них не предусмотрено. Один раз в год на специальных заседаниях фонда решается вопрос: какие из поданных проектов поддержать, а какие отклонить. Такая практика существует во многих странах. Разница состоит и в проценте поддерживаемых проектов. Если в России в год поддерживается не более 5–10 % растениеводческих проектов, то австралийский фонд GRDC поддерживает 80–90 % от числа поданных проектов.

Важно отметить, что все проекты, поддерживаемые фондом, должны приносить ему прибыль (иначе, он разорится), но список таких проектов включает как продвинутые селекционные работы, обещающие быстрый практический выход, так и молекулярно-генетические, результат которых можно оценить лишь в будущем, на перспективу. Такие работы должны быть четко обоснованы и оправданы для исполнения целей и задач фонда. Ярким примером такого перспективного финансирования растениеводческих проектов является небольшой, но достаточно богатый фонд по

виноградарству и виноделию (GWRDC – Grape and Wine Research and Development Corporation). Фонд небольшой, так как несмотря на бурный рост производства дешевых и качественных вин в Австралии, число производителей винограда относительно невелико по сравнению с производителями пшеницы. В то же время этот фонд обладает значительными финансовыми ресурсами, так как экспорт вин занимает третью позицию из всей сельскохозяйственной продукции (после производства пшеницы и шерсти) в бюджете Австралии. Поэтому этот фонд финансирует не только проекты, направленные на непосредственное улучшение показателей ягод винограда, формирующих цвет, запах и вкус будущего вина, но и на долгосрочные проекты, связанные с молекулярно-генетическими исследованиями. Так, например, фонд финансирует проекты по идентификации и картированию генов, контролирующих устойчивость к мучнистой росе, а также генов, определяющих качество ягод винограда при созревании (Liu *et al.*, 2003).

Необходимо особо подчеркнуть, что все проекты по селекции растений направлены в конечном счете на потребителя. Понятно, что в случае с пшеницей потребителем выступают крупные хлебопекарные предприятия, в случае с ячменем и виноградом – производители пива и вина соответственно. Индивидуальный потребитель выражает свое мнение по поводу растительной продукции в основном на рынках и в супермаркетах, выбирая, в основном, овощи и фрукты. Именно эта область селекции растений в Австралии чрезвычайно отзывчива на любые настроения индивидуального покупателя, а селекция овощей и фруктов пытается удовлетворить самому «изоциренному» вкусу. После того как производители садовой клубники, почувствовав падение спроса на свою продукцию, выяснили, что крупная отборная клубника теряет вкус и запах, а вместе с ними – и покупателя, фонд ягодных культур (Strawberry Industry Advisory Committee, Horticulture Australia) немедленно предпринял срочные шаги по финансированию селекционных работ не на увеличение размера ягоды клубники, а на отбор форм с нежным вкусом и ощутимым запахом. Ягоды новых сортов клубники сразу понравились потребителю, и фонд решил продолжать финансирование работ в данном направлении.

Другим интересным примером может служить привычный для россиян изюм. Вообще, следует отметить, что селекция и производство столового винограда в Австралии чрезвычайно разнообразны и по запросам потребителей направлены в основном на бескосточковые формы. Помимо свежего столового винограда, в Австралии чрезвычайно распространен и популярен изюм. Для производства изюма подходят строго определенные сорта очень сладкого бескосточкового винограда, эти работы финансируются особым фондом сухофруктов (Dried Fruit, Horticulture Australia). Если российские сухофрукты используются, в лучшем случае, для приготовления компотов, то в Австралии такие сухофрукты, и особенно изюм, потребляют везде: его едят в транспорте, на стадионах, в кафе, в кинотеатрах и даже на светских приемах, что является показателем хорошего качества и вкуса продукта. Однако исследованиями фонда сухофруктов было отмечено, что многим потребителям не нравится темный цвет, который изюм приобретает в процессе сушки. В результате данный фонд принимает беспрецедентное решение – финансировать 25 % своих средств на несколько проектов, направленных на изучение и получение нетемнеющего, «светлого» изюма. Все эти примеры указывают на чрезвычайную эффективность и оперативность финансирования селекционных работ растений на конкурсной основе через фонды.

В заключение хочу заметить, что австралийская селекция растений проделала, возможно, не такой длительный по времени, но весьма плодотворный и эффективный путь, и растениеводческие и селекционные работы в Австралии являются, с каким-то смыслом, отражением экономических успехов. Ведь селекция растений является важной и неотъемлемой частью развития экономики в любой стране.

### Литература

Ali R., Hatton T., George R., Byrne J., Hodgson G. Evaluation of the impacts of deep open drains on groundwater levels in the wheatbelt of Western Australia // *Austral. J. Agric. Res.* 2004. V. 55, N 11. P. 1159–1171.

- Bariana H.S., Hayden M.J., Ahmed N.U., Bell J.A., Sharp P.J., McIntosh R.A. Mapping of durable adult plant and seedling resistances to stripe rust and stem rust diseases in wheat // *Austral. J. Agric. Res.* 2001. V. 52, N 11/12. P. 1247–1255.
- Blakeney M. Intellectual property, biological diversity, and agricultural research in Australia // *Austral. J. Agric. Res.* 2002. V. 53, N 2. P. 127–147.
- Ginting S., Johnson B.B., Wilkens S. Testing the ability of organic ligands and plant materials to reduce the toxic effects of aluminium in soils // *Austral. J. Agric. Res.* 2004. V. 55, N 1. P. 13–24.
- Liu S.M., Sykes S.R., Clingeleffer P.R. Improved *in ovulo* embryo culture for stenospermocarpic grapes (*Vitis vinifera* L.) // *Austral. J. Agric. Res.* 2003. V. 54, N 9. P. 869–876.
- Munns R., Rebetzke G.J., Husain S., James R.A., Hare R.A. Genetic control of sodium exclusion in durum wheat // *Austral. J. Agric. Res.* 2003. V. 54, N 7. P. 627–635.
- Nuttall J.G., Armstrong R.D., Connor D.J. The effect of boron tolerance, deep ripping with gypsum, and water supply on subsoil water extraction of cereals on an alkaline soil wheat // *Austral. J. Agric. Res.* 2005. V. 56, N 2. P. 113–122.
- Potgieter A.B., Hammer G.L., Butler D. Spatial and temporal patterns in Australian wheat yield and their relationship with ENSO // *Austral. J. Agric. Res.* 2002. V. 53, N 1. P. 77–89.
- Richards R.A. Current and emerging environmental challenges in Australian agriculture – the role of plant breeding // *Austral. J. Agric. Res.* 2002. V. 53, N 8. P. 881–892.
- Taylor G.B. Effect of temperature and state of hydration on rate of imbibition in soft seeds of yellow serradella // *Austral. J. Agric. Res.* 2004. V. 55, N 1. P. 39–45.
- Unkovich M., Blott K., Knight A., Mock I., Rab A., Portelli M. Water use, competition, and crop production in low rainfall, alley farming systems of south-eastern Australia // *Austral. J. Agric. Res.* 2003. V. 54, N 8. P. 751–762.
- Vandeleur R.K., Gill G.S. The impact of plant breeding on the grain yield and competitive ability of wheat in Australia // *Austral. J. Agric. Res.* 2004. V. 55, N 8. P. 855–861.
- Vickers J.E., Grof C.P. L., Bonnett G.D., Jackson P.A., Morgan T.E. Effects of tissue culture, biolistic transformation, and introduction of PPO and SPS gene constructs on performance of sugarcane clones in the field // *Austral. J. Agric. Res.* 2005. V. 56, N 1. P. 57–68.
- Zhang X.G., Jessop R.S., Ellison F. Differential responses to selection for aluminium stress tolerance in triticale // *Austral. J. Agric. Res.* 2002. V. 53, N 12. P. 1295–1303.