

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ РАСТЕНИЕВОДСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКЦИИ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА

© 2019 г. И.В. Савченко

*Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений,
Москва, Россия*

E-mail: vilarnii@mail.ru

Поступила в редакцию 27.11.2018 г.
Поступила после доработки 27.11.2018 г.
Принята к публикации 23.01.2019 г.

Основным приоритетом научно-технологического развития России в области растениеводства становится высокопродуктивное экологически чистое агрохозяйство, основанное на цифровых интеллектуальных технологиях. Для этих целей учёные вывели высокопродуктивные сорта и гибриды сельскохозяйственных и лекарственных растений с хорошими экологическими показателями, адаптированные к различным экологическим условиям, а также разработали технологии их возделывания.

Ключевые слова: растениеводство, генетические ресурсы, цифровые технологии, урожайность, лекарственные растения.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873895527-531>

В ближайшие 10–15 лет в соответствии со Стратегией научно-технологического развития РФ (указ Президента РФ № 642 от 01.12.2016 г.) приоритетами развития в области растениеводства признаны: переход к передовым цифровым интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам обработки больших объёмов данных, высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству; разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений.

Что такое цифровые технологии в растениеводстве и защите растений? Это комплекс эмпирических показателей, характеризующих биологическую сущность объекта (сюда относятся различные базы и банки данных, в том числе и в сфере технологий), их кодировка, создание на основе этого цифровой копии (в том числе 3D-модели объекта) и включение её в информационную систему, что в целом повысит эффективность, качество и оперативность принятия решений по изучаемому предмету. Накоплен огромный эмпирический опыт по культурным растениям и агрофитоценозам, который необходимо осмыслить с позиций современных цифровых технологий.

Российские институты (Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова – ВИР, ВНИИ лекарственных и ароматических растений – ВИЛАР, ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса – ВИК, Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства – ВСТИСП и др.) ежегодно организуют 20–26 экспедиций по сбору генетических ресурсов. В результате пополняется генофонд (2–3 тыс. образцов) и собирается 0,5–1 тыс. гербарных образцов. В настоящее время генофонд мировых растительных ресурсов, сохраняемый в ВИРе, насчитывает 329,8 тыс. образцов, представленных 64 ботаническими семействами, 376 родами и 2169 видами [1]. Кроме того, более 50 тыс. образцов хранятся в институтах сельскохозяйственного профиля. В ВИЛАРе имеется живая коллекция из 1276 видов лекарственных и ароматических растений, а в оранжерейно-тепличном комплексе исследуются 387 видов тропической и субтропической флоры. Для более полного доступа к этой мировой сокровищнице необходима оцифровка всего имеющегося материала. В ВИРе, ВИЛАРе, ВИКе собраны гербарные коллекции растений. Оцифровка и представление отсканированных образцов в Интернете в разы расширяет доступ пользователей к гербариям. Эффективное использование оцифрованных фондов гербария и коллекций позволяет навести порядок в систематизации растений, а также решать задачи фи-

САВЧЕНКО Иван Васильевич – академик РАН, главный научный сотрудник ФГБНУ ВИЛАР.

Таблица 1. Продуктивность сорго сахарного

| Сорт | Урожайность, т/га | | Выход сока, т/га | Содержание сахара в соке стеблей, % | Выход сахара, т/га |
|-----------|-------------------|---------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|
| | зелёной массы | сырых стеблей | | | |
| Дебют | 35 | 24,5 | 19,6 | 15 | 2,94 |
| Лиственит | 42 | 29 | 23,2 | 12 | 3,02 |
| Южное | 40 | 28 | 22,4 | 13 | 2,91 |

логенетики, флористики, ареалов произрастания растений.

Проводится спектр молекулярно-биологических и нанобиотехнологических исследований методами молекулярной селекции с целью создания новых форм, сортов и гибридов культурных растений, устойчивых к вредным организмам и неблагоприятным факторам среды (КНИИСХ, ВНИИ риса, ВСТИСП, ВНИИСХБ, ВИЗР, ВНИИФ, ВНИИБЗР и др.). На основе генофонда с использованием современных методов молекулярной селекции отечественные селекционеры ежегодно создают 260–300 сортов и гибридов культурных растений. Так, только в 2017 г. выведено 295 адаптивных, высококачественных сортов и гибридов, выделено 387 доноров и более 3 тыс. ценных генетических источников, разработано более 50 агротехнологий возделывания культур [1]. Для более полного доступа к этому материалу также необходима его оцифровка.

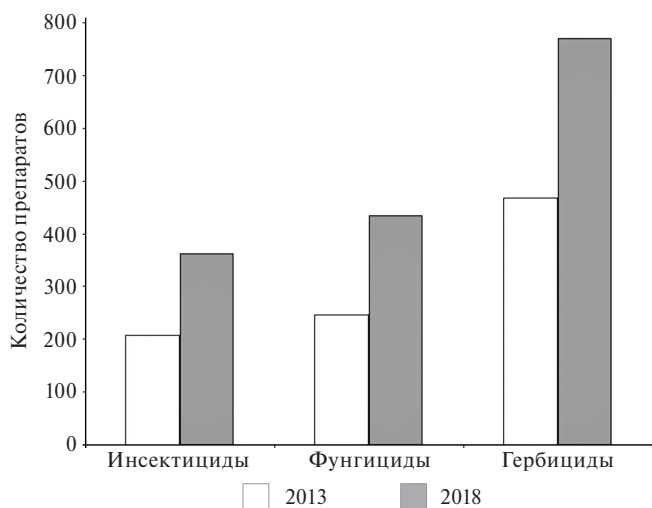
Создание современных адаптированных сортов сельскохозяйственных культур – наиболее ресурсосберегающий путь [2]. Так, сорт озимой пшеницы Алексеич Краснодарского НИИСХ им. П. П. Лукьяненко возделывался в 2018 г. в Краснодарском крае на площади 38,5 тыс. га. Сорт среднеспелый, полукарликовый, устойчив к засухе, бурой, жёлтой, стеблевой ржавчине, мучнистой росе, морозостойкость выше сред-

ней. В совхозе "Казьминский" Ставропольского края с площади 1547 га собран урожай 10,6 т/га, качество зерна не ниже третьего класса. Зерно, полученное с площадей, занятых этим сортом в России в 2017–2018 гг., оценивается в 3,3 млрд руб. (затраты на создания сорта – 21,3 млн руб.).

Один из дискуссионных вопросов в растениеводстве – введение в культуру новых растений. В своё время был широко разрекламирован борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden). Сейчас активно продвигается злак мискантус (*Miscanthus*). Но ведь есть ряд уже изученных, очень перспективных культур, которые слабо внедрены в практику, хотя отличаются высокими биологическими и хозяйственными показателями. К их числу относится сорго, способное произрастать в условиях аридного и гумидного климата. Созданы сорта сорго, которые можно использовать для пищевых и кормовых целей, получения спирта, сахара и биоэтанола [3, 4]. Выведены раннеспелые (период вегетации "всходы – полевая спелость зерна" – 90–95 дней), белозёрные, низкотаниновые, обладающие высокой потенциальной урожайностью (до 8,5 т/га) сорта сорго зернового, которые можно использовать не только в качестве корма, но и как сырьё для перерабатывающей промышленности (сорта Зеленоградское 88, Великан, Атаман). Созданы раннеспелые сорта сорго зернового (Дебют, Южное) с вегетационным периодом 104–106 дней, позволяющие получать урожай зелёной массы на силос 35–40 т/га, абсолютно сухого вещества – 12–14 т/га с содержанием сахаров в соке стеблей до 15% (табл. 1).

Разработаны технические средства мониторинга для прогноза опасных фитосанитарных ситуаций и организации эффективной защиты растений. Совершенствуется российский ассортимент средств защиты, разрабатываются уникальные препараты.

Сегодня разрешено использовать 1743 пестицида, в том числе 362 инсектицида, 434 фунгицида, 770 гербицидов и др. (рис.). Ежегодные разработки с целью перехода к производству экологически чистой агропродукции позволяют увеличивать ассортимент биопрепаратов – сейчас их 58 (против 39 в 2014 г.). Разработаны фундамен-



Динамика применения средств защиты растений

тальные основы и технологии создания, производства и применения новых природоподобных, биологических, биорациональных и химических средств защиты растений от вредных организмов. Использование цифровых технологий в подобных исследованиях повысит объективность данных.

Изучение взаимодействия генотип–среда занимает одно из центральных мест в развитии теории адаптивной селекции, поскольку такие связи сложны по характеру и степени проявления. Член-корреспондент РАН А.И. Прянишников [5] на примере выведения сортов озимой пшеницы показал, что эффективность отбора предопределяется как селективным фоном, так и совокупностью естественных сред, способствующих оценке генотип–средового компонента вдоль экологического вектора, создаваемого системой мультилокационных испытаний. Кластерный анализ урожайности позволил определить характер реаллизации продуктивных свойств и выделить группы с высокими показателями. В подобных исследованиях необходимы цифровые технологии.

Российские гибриды сахарной свёклы при сравнительном сортоиспытании оказываются продуктивнее зарубежных аналогов, особенно по сахаристости, и превышают стандарты на 10% (табл. 2). По устойчивости к почвенным патогенам и длительности хранения российские гибри-

ды значительно превосходят зарубежные. Необходимо налаживать отечественное семеноводство сахарной свёклы, но это вопрос уже организационного характера и должен решаться с участием селекционеров.

Актуальным остаётся получение продукции садоводства и виноградарства высокого качества [6]. Заданные качества урожая – необходимое требование для обеспечения конкурентоспособности продукции. Сравнительная оценка плодов импортного и отечественного производства по показателям безопасности, в частности, наличию тяжёлых металлов (табл. 3), выявила следующее: плоды отечественного производства содержат значительно меньше свинца, цинка и других элементов, что свидетельствует о возделывании иммунных или высокоустойчивых к болезням и вредителям сортов. В этом большая заслуга селекционеров и фитопатологов.

Сравнение плодов импортного и отечественного производства южных и центральных регионов России показывает значительное превышение качества продукции отечественного производства по ряду компонентов, имеющих функциональную направленность воздействия на организм человека (витамин Р – в 1,1–2,1 раза, антиоксиданты – в 2–4 раза и т. д.). В средней полосе в сортах российской селекции содержание био-

Таблица 2. Продуктивность современного гибрида сахарной свёклы РМС-129 (сезон 2017 г.)

| Наименование участка и стандарта при проведении государственных сортоиспытаний | Урожайность, ц/га | | Сахаристость, ц/га | |
|--|-------------------|---------|--------------------|---------|
| | стандарт | РМС-129 | стандарт | РМС-129 |
| Нижегородский (Лада, Россия) | 729 | 655 | 16,7 | 17,2 |
| Орловский (Алёна, КВС) | 625 | 688 | 16,6 | 17,6 |
| Краснодарский (Агрипина, КВС) | 717 | 770 | 20 | 23,2 |
| Ростовский (Агрипина, КВС) | 774 | 866 | 18,1 | 17,7 |
| Татарский (Манон, СЕС) | 705 | 717 | 17,5 | 18,2 |
| Среднее | 710 | 739 | 17,8 | 18,8 |

Таблица 3. Содержание тяжёлых металлов в образцах фруктов

| Образец | Исследуемые металлы, мг/кг сырой массы | | | | |
|---|--|-------|-------|-------|-------|
| | Pb | Zn | Fe | Cu | Ni |
| | Норма ПДК, мкг/кг сырой массы | | | | |
| | 0,4 | 10 | 50 | 5 | 0,5 |
| Яблоки импортные окрашенные (кожица) | 0,39 | 26,58 | 2,728 | 0,900 | 0,209 |
| Яблоки импортные зелёные (кожица) | 0,094 | 3,992 | 1,303 | 1,170 | 0,046 |
| Яблоки сортов селекции СКЗНИИСиб прикубанское | 0,051 | 2,95 | 0,67 | 0,215 | 0,03 |
| ренет кубанский | 0,023 | 2,74 | 1,17 | 0,117 | 0,05 |

логически активных веществ в ягодах земляники (витамин С, Р-активные вещества) и их высокие антиоксидантные свойства выше по сравнению с зарубежными [7].

Разработана бесшпалерная технология выращивания яблони, что обеспечивает снижение издержек капитального характера (на закладку и уход до вступления в плодоношение) на 448,8 тыс. руб./га, или 40,6%, сокращение текущих издержек на производстве на 11,5%, наблюдается рост рентабельности продукции.

В отечественной селекции масличных растений прослеживается принципиально новый этап, заключающийся в расширении видовых пределов наследственной изменчивости состава жирных кислот семян. Так, помимо традиционных сортов и гибридов масличного направления, во ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта созданы высокоолеиновые сорта и гибриды подсолнечника с повышенным содержанием β - и γ -токоферолов, с высокой окислительной стабильностью масла. Масло востребовано фармацевтической промышленностью и во фритюрном производстве.

Селекционеры совместно с биохимиками создали сорта рапса с высоким содержанием олеиновой кислоты (75% – в яровых формах, 80% – в озимых). Увеличение доли рапса в структуре севооборота рапососеющих регионов позволит увеличить урожайность зерновых культур не менее чем на 10–15% и ежегодно дополнительно получать 350–400 тыс. т зерна. В зонах рискованного земледелия целесообразно увеличение посевных площадей рыжика (масличная культура).

Во ВНИИ сои совместно с Объединённым институтом высоких температур РАН разработана экологически чистая технология предпосевной обработки семян сои низкотемпературной аргоновой плазмой, которая активизирует выход семян из состояния покоя даже при низких положительных температурах почвы, приводит к увеличению всхожести и силы роста, даёт возможность получать более дружные и выровненные всходы, повышает сохранность растений в полевых условиях, снижает степень поражения корневыми гнилями в 2 раза. Обработка семян новых сортов сои Китросса и Куханна позволила увеличить урожайность зерна на 0,4–0,8 т/га по сравнению с необработанными семенами.

Овощеводы вывели сорта и гибриды, устойчивые к наиболее вредоносным патогенам. Разработаны ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства продукции высокого качества [8]. Созданы сорта и гибриды капусты брокколи Спарта с высоким содержанием биологически активных веществ, физалиса Оранжевый жемчуг с высоким содержанием пектинов и сахаров, перца паприки Кармин, перца

острого Рождественский букет и Самоцвет с оптимальным сочетанием капсантина и капсарубина, томата Осенняя рапсодия с высоким содержанием β -каротина для диетического питания.

При конструировании адаптивных агроэкосистем и агроландшафтов наиболее перспективен эволюционно-аналоговый подход. Так, изучая генетическое разнообразие галофитов [9], член-корреспондент РАН З.Ш. Шамсутдинов создал 19 сортов галофитных растений (джузгун, камфоросма, кейреук, прутняк, терескен). На основе этого генетического разнообразия в аридных регионах России сформированы весенне-летние и осенне-зимние пастбищные экосистемы, что способствует повышению продуктивности пастбищ с 0,3 до 2,5 т/га сухой кормовой массы, восстанавливается биоразнообразие сильнодеградированных ландшафтов, овцеёмкость пастбищ увеличивается в 3 раза.

По данным экспертов, в России 20–30 млн га бывших сельскохозяйственных угодий не используется по прямому назначению и деградируют. С целью диверсификации сельского хозяйства целесообразно использовать заброшенные пашни под выращивание лекарственных растений. В ВИЛАРе выведено более 90 сортов многолетних и однолетних лекарственных трав [10] для различных природных зон с разной жизненной стратегией из следующих видов: мята перечная (*Mentha piperita* L.), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.), ромашка аптечная (*Matricaria recutita* L.), ноготки лекарственные (*Calendula officinalis* L.), валерьяна лекарственная (*Valeriana officinalis* L.), наперстянка шерстистая (*Digitalis lanata* Ehrh.), белладонна обыкновенная (*Atropa belladonna* L.), шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.), расторопша пятнистая (*Silybium marianum* (L.) Gaertn.), эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* L.), пустырник сердечный (*Leonurus cardiaca* L.), маклея сердцевидная (*Macleaya cordata* (Willd.) R. Br.), лапчатка белая (*Potentilla alba* L.).

Из районированных сортов 29 – однолетники, 43 – многолетники и 13 – кустарники. Подбор культур может осуществляться для любых местобитаний, что будет способствовать не только увеличению сбора ценного лекарственного сырья, но и прекращению деградации земельных угодий.

Академик И.С. Шатилов по всей стране провёл оригинальные исследования по программированию урожаев сельскохозяйственных культур, основанные на длительных балансовых полевых опытах, но, к сожалению, они были свёрнуты. На наш взгляд, к ним следует вернуться и научно обоснованно планировать урожай культур на современном уровне с помощью цифровых технологий.

Растительность чутко реагирует на изменение экологических показателей. Исходя из этого положения, советский ботаник и эколог Л.Г. Раменский разработал экологические шкалы растений по отношению к увлажнению (120 ступеней), богатству и засолённости почвы (30 ступеней), пастбищной депрессии (10 ступеней), высотности (15 ступеней), переменной увлажнённости (20 ступеней), аллювиальности (10 ступеней). В основном шкалы предназначены для кормовых растений [11]. Следует продолжить эти работы, так как они вписываются в понятие цифровых технологий и позволяют создать копию растения в зависимости от экологических факторов.

Целесообразно направить усилия учёных-растениеводов и их коллег, работающих в сфере защиты растений, на сохранение богатого генетического потенциала растений, мобилизацию их биоразнообразия в целях решения проблем здорового питания и эволюционно-аналоговой регенерации среды обитания человека для перехода к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству, улучшения качества и продолжительности жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчёт Отделения сельскохозяйственных наук РАН о выполнении фундаментальных и поисковых научных исследований в 2017 году. М.: ОСХН РАН, 2018.
2. Беспалова Л.А. Развитие генофонда как главный фактор третьей зелёной революции в селекции пшеницы // Вестник РАН. 2015. № 1. С. 9–11.
3. Алабушев А.В., Ковтунов В.В., Лушпина О.А. Сорго зерновое – перспективное сырьё для производства крахмала // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 7. С. 64–66.
4. Алабушев А.В., Ковтунова Н.А. и др. Основные факторы повышения урожайности и качества зелёной массы сорго // Успехи современного естествознания. 2017. № 6. С. 50–55.
5. Прянишников А.И. Научные основы адаптивной селекции в Поволжье. М.: РАН, 2018.
6. Егоров Е.А., Ерёмин Г.В. и др. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012.
7. Куликов И.М., Марченко Л.М. Значение генетических коллекций плодовых культур для инновационного развития отрасли // Вестник РАН. 2015. № 1. С. 15–18.
8. Пивоваров В.Ф. Генетические ресурсы овощных растений // Вестник РАН. 2015. № 1. С. 23–25.
9. Шамсутдинов З.Ш., Савченко И.В., Шамсутдинов Н.З. Галофиты России, их экологическая оценка и использование. М.: Эдель-М, 2000.
10. Быков В.А. Мобилизация растительного биоразнообразия в интересах создания эффективных и безопасных лекарственных фитопрепаратов // Научная сессия Общего собрания членов РАН. 8 декабря 2015 г. Научные основы эффективности и безопасности лекарственных средств. М.: РАН, 2015. С. 151–163.
11. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956.

ECOLOGY SAFETY CROP PRODUCTION FOR OBTAINING HIGH-QUALITY PRODUCTS

© 2019 I.V. Savchenko

Russian State Medicinal and Aromatic Plants Research Institute, Moscow, Russia

E-mail: vilarnii@mail.ru

Received: 27.11.2018

Revised version received: 27.11.2018

Accepted: 23.01.2019

The author considers the development priorities of crop production in Russia. Highly productive and ecologically safe crop production, based on the information technologies is the main priority of scientific development of Russia. In order to achieve this aim scientists constructed high productive and ecology safety kinds and hybrids of agricultural, medicinal plants, plant protection and cultivation technologies. These plants have tolerance to different climate conditions.

Keywords: crop production, genetic resources of plants, information technologies, harvesting, medicinal plants.