

УДК 534.1:578

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ НАУКОЕМКИХ ПОДХОДОВ, ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАРИЕВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Ирина Александровна Драгавцева<sup>1</sup>, Игорь Юрьевич Савин<sup>2</sup>, Ирина Львовна Ефимова<sup>1</sup>, Анна Сергеевна Моренец<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ СКЗНИИСиВ, г. Краснодар, Россия, i\_d@mail.ru

<sup>2</sup> Почвенный институт им. В.В. Докучаева, г. Москва, Россия

Предложены новые научные подходы дифференцированного использования плодовыми культурами неравномерно распределенных во времени и пространстве лимитирующих факторов среды в условиях меняющегося климата. На их основе разработана новая технология оптимизации экосистем плодовых культур, позволяющая поднять их урожайность в 3 – 5 раз без дополнительных финансовых вливаний.

**Ключевые слова:** *плодовые; экосистемы; оптимизация; наукоемкая технология; инструментарий; рентабельность.*

### Введение

Сельскохозяйственная наука накопила огромный эмпирический материал по характеристике культур и сортов, но не раскрывает механизм взаимодействия в системе «генотип – среда». Нужны новые научные подходы к выявлению и прогнозу вкладов отдельных генетических систем адаптивности растений в общую вариацию урожайности.

Внедрение таких научных подходов в производство с помощью передовых технологий и инструментариев обеспечит резкое (в 2 – 5 раз) повышение урожайности плодовых без дополнительных финансовых вливаний.

### Объекты и методы исследования

Объекты – плодовые культуры (яблоня, груша, черешня, персик, абрикос, слива).

Методы:

- методы биоинформатики (совокупность статистических анализов (дисперсионный, корреляционный, путевой анализ Райта, детерминантный анализ));
- методология оценок земель ФАО с помощью компьютерной программы Ales (Автоматизированная система оценки земель) [16];
- геоинформационный анализ ресурсного потенциала земель для сельскохозяйственных целей [11];
- Программа Северокавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года [10].

### Результаты и обсуждения

Особенность науки о плодоводстве заключается в необходимости учета сложного характера взаимодействий в системе «генотип – среда», определяющим формирование и величину урожая [1].

Разные плодовые культуры и сорта по-разному сканируют пестроту и градиенты рельефа, климата, почв территории их произрастания, что отражается в величине и качестве урожая.

В каждой фазе онтогенеза на увеличение урожая действует строго определенный спектр генов, определяемый их дифференциальной активностью (по законам

онтогенеза) и лим-факторам среды. Этот лим-фактор тормозит биологические процессы на данной фазе и «заставляет» работать на преодоление своего тормозящего эффекта строго определенный спектр генов [7].

При смене лим-фактора среды изменяется и спектр генов, преодолевающий «удар» нового лим-фактора. Спектры генов, «работающие» на каждой фазе онтогенеза, разные. При изменении климата наблюдается изменение реакции растений в виде разбалансировки наступления и продолжительности прохождения фенологических фаз, то есть происходит сдвиг их во времени.

В результате, мы имеем налицо значительные потери урожая.

Например, в настоящее время урожайность плодовых культур на юге России в 3 – 5 раз ниже уровня возможной максимальной реализации их биологического потенциала. Так, средняя урожайность яблони по Краснодарскому краю составляет 11,9 т/га при возможности биологического потенциала культуры 30 – 36 т/га. Основная причина недобора урожаев (наряду с недостатками в организации производства) – это неполная реализация культурой или сортом своего потенциала ввиду несоответствия их биологических требований условиям выращивания по климату, почвам, рельефу.

Средняя продолжительность жизни персика в условиях г. Краснодара составляет 10 лет, а урожайность – 3 – 5 т/га. В условиях Анапского района персик плодоносит до 30 лет, при средней урожайности 25 – 30 т/га.

Сорт сливы Блэк Стар в Северной Осетии (фирма «Де-Густо») в долинах вообще часто остается без урожая, а на склонах до высоты 600 м – ежегодно дает высокие урожаи.

Использование новых наукоемких подходов, передовых технологий и современных инструментариев заключается в выполнении следующих работ:

- определение по каждой плодовой культуре фазы онтогенеза, в которые отклонения температурных лимитирующих факторов в плюсовую или минусовую стороны от коридора оптимума приводят к снижению или повышению того или иного компонентного признака продуктивности [8];

- для условий сложного рельефа использование микропоправок к температурному режиму в зависимости от высоты над уровнем моря, крутизне и экспозиции склона;

- создание электронной базы метеоданных по максимально возможному количеству метеофакторов за длительный период лет (не менее 30 лет);

- создание для каждой культуры электронной базы данных свойств почв, лимитирующих ее плодоношение;

- поиск на территории выращивания плодовых культур мезо- и микроклиматов, в которых динамика лимитирующих факторов не будет вступать в противоречие с требованиями растений конкретных культур и сортов по комфортным условиям для их роста и развития;

- создание электронных баз данных с помощью разрабатываемых алгоритмов и моделей разного уровня для поиска и прогноза взаимосвязи биологических систем растений с особенностями среды их выращивания (рельеф, климат, почва);

При использовании предложенных подходов необходимо учитывать, что свойства приспособления у разных культур и сортов неодинаковы, и для каждого из них надо найти те основные звенья, которые помогут вскрыть внутренний механизм устойчивости (адаптивности) и гомеостаза (саморегуляции) в конкретных условиях среды. Для этого необходимо знать типичные лимиты среды в типичные годы для каждой из изучаемой географической ниши, а также параметры проявления механизма

адаптации различных культур или сортов к этим лимитам в конкретные фазы развития в конкретных точках выращивания.

В качестве нового инструментария предлагается использование геоинформационных систем, позволяющих создать для каждой культуры послойные и интегральные карты их рационального размещения с наглядной визуализацией.

В настоящее время в связи с глобальным изменением климата необходим дополнительный анализ изменяющихся температурных лимитов по каждой фазе развития, а также реакции растений (степени адаптивности) на данные изменения. Раскрытие структур измененных метеопараметров должно происходить во времени и пространстве [12, 13, 14, 15, 16].

Предложенные наукоемкие подходы для биологических систем плодовых растений, отличающихся целостностью и внутренней связанностью, позволят учесть возникающие при взаимодействии генотипа растений со средой эмерджентные свойства (возникающих при изменении условий среды на клеточном, тканевом, популяционном уровнях), которые обуславливают формирование до 80% продуктивности.

Основы этих научных подходов закладывались в Северо-Кавказском зональном научно-исследовательском институте садоводства и виноградарства совместно с Почвенным институтом им. В.В. Докучаева несколько десятилетий назад. В результате разработана компьютерная система для рационального размещения плодовых культур, которая является программно управляемой и, основываясь на алгоритмах многоцелевого анализа, дает возможность гибко его менять в соответствии с решаемой проблемой, а также прогнозировать взаимодействие основных факторов, способствующих повышению продуктивности (природных, биологических, информационных, экономических) [2, 3, 4, 5, 6, 9].

Алгоритмы работы по раскрытию взаимодействия «генотип – среда» и пути внедрения результатов исследований в производство представлены на рисунках 1 и 2.

Рентабельность производства плодовых при новой оптимизированной экосистеме плодовых культур возрастает за счет следующих составляющих (табл. 1).

**Таблица 1**

**Резервы повышения рентабельности производства плодов при внедрении новой технологии рационального размещения плодовых культур**

Наименование насаждений	Резервы повышения рентабельности
Семечковые	Повышение скороплодности на 1-2 года (20%). Увеличение ресурса плодоношения (20%). Снижение издержек на производство (20%). Снижение потерь урожая от наступления критических погодных и почвенных условий (до 60-90%). Повышение урожайности (до 130%).
Косточковые	Более длительный срок эксплуатации садов в среднем на 5-10 лет (повышение урожайности на 30%). Увеличение ресурса плодоношения (20%). Снижение потерь урожая от наступления критических погодных и почвенных условий (на 100-120%). Общее повышение урожайности (до 170%).



Рис. 1 Разработка наукоемких подходов в системе взаимодействия «генотип – среда» и применение передовых технологий и инструментариев

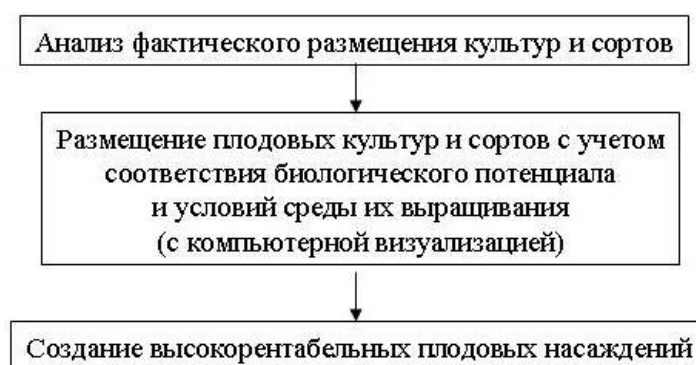


Рис. 2 Разработка интеллектуальной инновационной технологии оптимизации экосистем плодовых культур на основе разработанных наукоемких подходов и передовых технологий

Внедрения новой технологии рационального размещения плодовых культур позволит повысить рентабельность производства за счет внедрения наукоемких подходов без дополнительных финансовых вливаний. Ожидаемый экономический эффект представлен в таблице 2.

Сочетание научных подходов оптимизации экосистем плодовых культур с использованием новых наукоемких технологий и инструментариев позволит существенно модернизировать систему адаптивных садовых агроценозов и обеспечить увеличение рентабельности производства плодовой продукции и отрасли садоводства в целом.

Таблица 2

Рентабельность производства плодов в существующих садах (фактическая) и размещенных по новой технологии рационального размещения плодовых культур

Наименование культуры	Вид технологии	Средняя урожайность, т/га	Рентабельность производства, %	Прибыль, тыс. руб./га	Увеличение урожайности, разы
Семечковые	фактическая	17,4	52,8	176,4	
	новая	23,0	81,1	308,6	в 1,8 раза
Косточковые	фактическая	4,7	16,7	22,0	
	новая	8,0	68,0	139,1	в 5,8 раз

### Выводы

1. Предложены методические подходы к созданию новой технологии рационального размещения плодовых культур, которые учитывают особенности адаптации растений к новым лим-факторам среды в условиях глобального изменения климата.

2. Разработан алгоритм применения предлагаемых новых технологий и инструментариев для рационального размещения плодовых культур с целью повышения их урожайности.

3. Повышение рентабельности плодового производства за счет рационального размещения плодовых культур на основе новых научных подходов, интеллектуальных технологий и инструментариев обеспечит рост рентабельности производства плодов на 28,3% у семечковых, на 51,3% – у косточковых культур.

*Публикуется при поддержке гранта РФФИ № 16-04-00199 и ФАНО.*

### Список литературы

1. Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Лопатина Л.М. Управление продуктивностью сельскохозяйственных культур на основе закономерностей их генетических и фенотипических изменений при смене лимитов внешней среды. – Краснодар. СКЗНИИСиВ, 2004. – 208 с.
2. Драгавцева И.А., Савин И.Ю., Овечкин С.В. Ресурсный потенциал земель Краснодарского края для возделывания плодовых культур. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2005. – 138 с.
3. Драгавцева И.А. Смирнова Л.А., Желнакова Л.И. Марченко Н.Н., Каторгин И.Ю., Антонов С.А., Андреянов Д.Ю. Анализ ресурсного потенциала земель Ставропольского края для возделывания плодовых культур. – М., 2007. – 191 с.
4. Драгавцева И.А., Савин И.Ю., Эркенов Т.Х., Бербекоев В.Н., Ахматова З.П., Карданов А.Р. Ресурсный потенциал земель Кабардино-Балкарии для возделывания плодовых культур. – Краснодар – Нальчик: СКЗНИИСиВ, 2011. – 127 с.
5. Драгавцева И.А., Савин И.Ю., Эдельгериев А.С.-Х., Байраков И.А., Борзаев Р.Б., Кузьмина А.А. Ресурсный потенциал земель Чеченской республики для возделывания плодовых культур. – Краснодар – Грозный: СКЗНИИСиВ, 2011. – 160 с.
6. Драгавцева И.А., Савин И.Ю., Ахматова З.П., Цороев А.К., Костоев Р.У., Першина А.А. Оценка ресурсного потенциала земель Республики Ингушетия для плодовых культур. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. – 113 с.
7. Драгавцева И.А., Драгавцев В.А., Савин И.Ю., Загиров Н.Г., Догеев Г.Д., Доможирова В.В., Моренец А.С., Першина А.А. Новые методические подходы к дифференцированному использованию растениями неравномерно распределенных во времени и пространстве природных факторов, лимитирующих величину и качество

урожая (на примере плодовых в сложных ландшафтах Северного Кавказа). – Махачкала – Краснодар: ФГБНУ Дагестанский НИИСХ имени Ф.Г. Кисриева, 2015. – 32 с.

8. Драгавцева И.А., Савин И.Ю., Загиров Н.Г., Казиев М-Р.А., Ахматова З.П., Моренец А.С., Баталов С.Б. Ресурсный потенциал земель Северного Кавказа для плодородства. – Махачкала – Краснодар, 2016. – 318 с.

9. Загиров Н.Г. Савин И.Ю., Драгавцева И.А., Керимханова Р.Н., Доможирова В.В., Моренец А.С. Возможности адаптации плодовых культур к региональным изменениям температурного режима зимне-весеннего периода в Республике Дагестан (методические рекомендации). – Махачкала – Краснодар, 2014. – 58 с.

10. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года / Под ред. Е.А. Егорова. – Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2013. – 202 с.

11. Савин И.Ю., Федорова Е.Г. Геоинформационный анализ ресурсного потенциала земель для сельскохозяйственных целей // Современные проблемы почвоведения. – М., 2000. – С. 272 – 285.

12. Budyko M.J., Izrael Y.A. Antropogenic Climate Change. – Tucson (AZ): Arizona Univ. Press, 1991. – 485 p.

13. Kleschenko A.D., Maracchi G., Perarnaud V. Applications of Geographical Information Systems and Remote Sensing in Agrometeorology // Agricultural and Forest Meteorology, 2000. – N 103. – P. 119 – 136.

14. Kleschenko A.D. Agrometeorological applications for sustainable management of farming systems // CAgM report. – Geneva, Switzerland, 2004. – No. 92. – P. 5 – 28.

15. Kleschenko A.D., Zoidze E.K., Boken V.K. Monitoring Agricultural Drought in Russia // Monitoring and predicting Agricultural Drought. – Oxford: University Press, 2005. – P. 196–208.

16. Rossiter D.G., van Wambeke A. ALES Version 4 User's Manual. – Cornelle, 1993. – 170 p.

17. Smith P.A. Whitmore A., Wechsung F. Regional-Scale Tool for Examining the Effects of Global Change on Agro-ecosystems // Proceedings of the European Society of Agronomy Annual Meeting. – Lleida, 1999. – P. 223.

**Dragavtseva I.A., Savin I.Yu., Efimova I.L., Morenets A.S. The using of new science-intensive ways, force technologies and modern instrumentation for increasing the production of fruit products // Woks of the State Nikit. Botan. Gard. – 2017. – Vol. 144. – Part II. – P. 22-27.**

New scientific ways of defferential using of limiting factors which were differently distributed in time and space by fruit crops in condition of changing climate were offered. On their base the new technology of optimization of ecosystems of fruit crops was developed, which can increase their productivity in 3 – 5 times without and financial infusion.

**Key words:** *fruit crops; ecosystems; optimization; science-intensive technology; instrumentation; profitability.*