Т. Д. Беседина, гнс отдела субтропических и южных плодовых культур, д. с.-х. н.,
Ц. В. Тутберидзе, зав. отд. субтропических и южных плодовых культур,
к. с.-х. н., доцент,
Г. Б. Тория, аспирант
ФГБНУ ВНИИЦиСК, г. Сочи, Россия
supk@vniisubtrop.ru

УДК 551.5:631.4:634.2(470+213.1)

DOI 10.31676/2073-4948-2018-86-93

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ АКТИНИДИИ ДЕЛИКАТЕСНОЙ И ПЕРСИКА

Резюме. Агроэкологическое районирование многолетних культур базируется на их требованиях к погодным условиям в системе «генотип – среда» с учетом особенности адаптации каждой породы в сортовом аспекте. Фенологический метод, основанный на взаимодействии растений с комплексом факторов (температура и влажность воздуха, осадки), посредством множественной модели определяет влияние каждого из них на величину урожая сортов. Экологические показатели свидетельствуют о специфических реакциях сортов на изменения погодных условий. Обоснованы критерии оценки агроэкологических ресурсов зоны для актинидии деликатесной и персика, необходимые для прогноза размещения в условиях влажных субтропиков России.

Ключевые слова: агроэкологическое районирование, актинидия деликатесная, персик, влажные субтропики России, ресурсы, адаптивные сорта.

Summary. Agroecological zoning of perennial crops is basing on their requirements for weather conditions in the system “genotype – environment”, taking into account the peculiarities of adaptation of each breed in the variety aspect. The phenological method, based on the interaction of plants with a complex of factors (temperature and humidity, precipitation), by means of a multiple model determines the influence of each of them on the value of the yield of varieties. Ecological indicators show specific reactions of varieties to changes in weather conditions. The criteria for the evaluation of agro-ecological resources zones of the *Actinidia deliciosa* and peach, which are necessary to predict the location in damp subtropics of Russian, are substantiating.

Keywords: agroecological zone, *Actinidia deliciosa*, peach, damp subtropics of Russia, resources, adaptive varieties.

Введение

Урожайность плодовых растений находится в существенной зависимости от почвенно-климатических и погодных условий. Устойчивый и экономически целесообразный урожай плодовых культур возможно получать при системном и комплексном анализе природных ресурсов, использовании адаптивных сортов и оптимальных технологических решений, лежащих в основе агроэкологического районирования вплоть до микроуровня.

Оценка агроклиматических условий выращиваемых культур в настоящее время состоит из анализа влияния агроклиматических условий по фазам развития на урожай, разработки количественных моделей «погода – урожай», прогноза ареала культур и их размещения на агротерриториях по степени пригодности климата, почв и рельефа. Могут включаться и такие явления, как ветер, град. В зарубежных странах используются и социально-экономические факторы [1].

Возделывание персика (*Persica vulgaris* (Mill)) во влажных субтропиках России не лимитируют низкие температуры, его сортоизучение длится с 1957 г. [2, 3]. Плодовая отрасль в зоне постепенно возрождается, спрос на культуру возрастает, что актуализирует ее районирование.

Для актинидии деликатесной (*A. deliciosa*) пороговое значение температурного фактора – 15 °С, сортоизучение её длится с 1998 г. по настоящее время.

Вследствие чего была поставлена цель: разработать агроэкологическое районирование актинидии деликатесной и персика во влажных субтропиках России на основе критериев оценки влияния агроклиматических факторов на величину урожая и адаптивного потенциала возделываемых сортов.

Агроклиматические условия влажных субтропиков России характеризуются влажным и теплым климатом, среднегодовая температура составляет +10...+14 °С в зависимости от высотной поясности. Сумма осадков в предгорном ландшафте достигает 1377-1632 мм, в горном – 1700-2321 мм в год.

Объектами исследований служили сорта и выделенные клоны персика (посадка 1994-1996 гг., подвои АП-1, схема посадки 5х3 м), а также актинидии деликатесной (посадки 1987 г., схема посадки 5х4 м) коллекции ВНИИЦиСК.

Методы исследований

Агроэкологический метод районирования сельскохозяйственных культур базируется на изучении специфических требований каждого вида к окружающей среде, как определяющего фактора, тогда как почву, климат оценивают по их взаимодействию в системе «растение-среда», с учетом потенциальной продуктивности и экологической устойчивости сортов. Особенно важна оценка специфики адаптивных реакций культур в местностях с пересеченным рельефом, который обуславливает неравномерное распределение агроклиматических ресурсов даже на малых расстояниях и влияет на величину и качество урожая, а также на сроки его поступления.

Для оценки влияния агроклиматических факторов на урожай сортов актинидии деликатесной и персика использован фенологический метод [4], поскольку основные фенологические фазы развития растений (цветение и созревание плодов) являются производными комплексного воздействия

ресурсов на растения. Агрометеорологические факторы влажных субтропиков изучены с 1998 по 2012 гг., многолетние данные - по А. С. Мосияшу и А. М. Лугавцову [5] и portalу Pogodaiklimat.ru. Оценка зональных почв и горного рельефа агротерриторий по результатам крупномасштабного почвенного обследования сотрудниками ВНИИЦиСК. Количественные модели в системе «погода – урожай» выполнены множественным корреляционно-регрессионным анализом по программе Statistika 6. Выделение наиболее устойчивых сортов актинидии деликатесной и персика к изменяющимся погодным условиям проведено по параметрам экологической пластичности, рассчитанным по Eberhart и Russel [6].

Результаты исследований

Агроэкологическая характеристика сортов *A. deliciosa* позволяет размещать культуру во влажных субтропиках не только на основе знаний требований к новым для нее местам произрастания: климату, почвенным условиям, но и благодаря реакции ее сортов на постоянно изменяющиеся погодные условия, т.е. на основе их адаптивных возможностей [7-9].

Влияние условий среды даёт реальную оценку величины урожая сортов актинидии деликатесной на протяжении от цветения до съёмной зрелости плодов.

Для актинидии деликатесной фаза «цветения» может быть отнесена к «критическому» периоду в формировании урожая по его величине (табл. 1).

Как видно из табл. 1 в фазу «цветения» сумма осадков является избыточной для актинидии деликатесной, поскольку корнеобитаемый слой этих растений в этот период насыщен влагой, листовой аппарат еще не сформирован, а среднесуточная температура достигает +16...+18 °С, испарение же составляет 74 мм. Для большинства сортов влажность воздуха высокая, особенно для поздних сортов.

Критериями оценки адаптивного потенциала сортов актинидии являются потенциальная продуктивность и экологическая пластичность.

Оценка адаптивности сортов *A. deliciosa* в условиях внешней среды влажных субтропиков за 14 летний период показала различия сортов по урожаю и по реакции на изменения погодных условий (табл. 1), что характеризует экологическую пластичность сортов [10].

К **интенсивным сортам** относятся среднеспелые сорта Монти и Бруно ($b_i = 1,42-1,53$), потенциальная урожайность которых достигает 20,3-23,5 т/га. Данные сорта требуют интенсивный уход и более комфортные погодные условия, особенно в период вызревания. К тому же сорт Монти относится к техническим сортам из-за мелкоплодности (25-30 г). Сорт Бруно культивируется во многих странах и относится к промышленным сортам, средняя масса плодов до 65 г.

Таблица 1.

Множественные регрессионные модели взаимосвязи урожайности сортов актинидии с климатическими факторами в фазы цветения и съемной зрелости плодов, 1998-2012 гг.

Сорта по срокам созревания	Множественные регрессионные модели	R _B	Парные коэффициенты корреляции урожайности с факторами					
			X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
Ранние:								
Элиссон	$Y=22,12+0,0486 X_1 + 0,025 X_2 - 0,086 X_3 - 0,278 X_4 + 0,020 X_5 + 0,012 X_6$	0,81	-0,29	0,25	-0,76	-0,07	0,41	0,39
Эббот	$Y= - 39,24+1,23 X_1 + 0,434 X_2 - 0,074 X_3 - 0,313 X_4 + 0,203 X_5 + 0,002 X_6$	0,73	-0,16	0,41	-0,58	-0,09	0,41	0,23
Средние:								
Монти	$Y=58,17+0,783 X_1 + 0,101 X_2 - 0,124 X_3 - 2,103 X_4 - 0,0138 X_5 - 0,006 X_6$	0,85	0,07	-0,06	-0,74	-0,58	0,27	0,34
Бруно	$Y=80,93+1,495 X_1 + 0,076 X_2 - 0,139 X_3 - 2,754 X_4 - 0,330 X_5 - 0,26 X_6$	0,78	0,20	-0,17	0,67	-0,42	0,04	0,23
Поздние:								
Кивальди	$Y=115-0,774 X_1 - 0,458 X_2 - 0,111 X_3 - 1,69 X_4 - 0,157 X_5 + 0,012 X_6$	0,73	0,11	-0,38	-0,54	-0,17	-0,16	0,06
Хейворд	$Y=159,8-3,02 X_1 - 1,569 X_2 - 0,038 X_3 - 0,518 X_4 + 0,585 X_5 + 0,034 X_6$	0,81	0,12	-0,38	-0,62	0,01	-0,17	0,33
Хейворд К	связь не тесная	0,63	0,11	-0,47	-0,41	0,06	-0,36	-0,10
Хейворд К8	связь не тесная	0,65	0,14	-0,33	-0,59	0,02	-0,22	0,08
Хейворд К10	$Y=-58,6+2,561 X_1 + 0,492 X_2 - 0,149 X_3 + 0,003 X_4 + 0,124 X_5 + 0,033 X_6$	0,80	0,38	-0,16	-0,64	-0,09	-0,06	-0,12
Хейворд К12	связь не тесная	0,56	0,25	-0,45	0,01	0,27	-0,23	0,12
Хейворд К16	$Y=-37,08+1,964 X_1 + 0,209 X_2 - 0,094 X_3 + 0,545 X_4 + 0,11 X_5 + 0,021 X_6$	0,74	0,54	-0,43	-0,53	0,12	-0,01	-0,13
Хейворд К17	связь не тесная	0,66	0,41	0,11	-0,41	0,03	0,32	-0,06

Примечание: X₁ - среднесуточная температура воздуха, °C; X₂ - относительная влажность воздуха, %; X₃ - сумма осадков, мм, «Съемная зрелость плодов»; X₄ - среднесуточная температура воздуха, °C; X₅ - относительная влажность воздуха, %; X₆ - сумма осадков, мм.

В группу **высокопластичных сортов** вошли сорта Эллисон, Эббот, Кивальди, Хейворд, Хейворд К 8, Хейворд К 10, Хейворд К 16 ($b_i = 0,81-1,05$), их урожай тесно коррелирует с изменениями погодных условий по фенофазам развития. С улучшением условий окружающей среды урожай у них повышается в 1,4-1,5 раза.

Сорта Эллисон и Эббот имеют универсальное использование. Поздние сорта Кивальди, Хейворд и группа сортов Хейворд К относятся к крупноплодным, хорошо хранятся.

Группа **пластичных сортов** по коэффициенту экологической пластичности ($b_i = 0,73-0,74$) состоит из Хейворд К, Хейворд К 12 и Хейворд К17. Их урожайность связана в средней степени с погодными условиями. Для них температурный режим ($12,4\text{ }^{\circ}\text{C}$) во время созревания оптимален. Однако, их урожайность при благоприятных условиях среды так же, как и у высокопластичных сортов увеличивается на 40%. Эти вышеназванные три сорта могут быть размещены в более жестких условиях внешней среды.

Климат, выражаемый ведущими агроклиматическими факторами (среднесуточной температурой и влажностью воздуха, осадками), как один из главных компонентов окружающей среды, существенно влияет на развитие и продуктивность культуры персика.

Для большинства сортов температурный фактор несет лимитирующие значение в различной степени ($r = -0,079 \dots -0,711$). А для сортов Харбинджер, Старк Эрли Глоу, Коллинз, Мария Серена, Рот-Фронт, А. Чехов – он имеет положительное значение в формировании урожая [11].

Сумма температур от $+7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже, необходимая для завершения формирования генеративных органов и называемая «единицами охлаждения», для большинства сортов несет положительный эффект в урожае ($r = 0,183-0,944$), а сортам Лариса, Лоадел, Ветеран, Золотистый она недостаточна в предгорном ландшафте субтропиков [12].

Осадки, выпадающие с января по дату цветения, лимитируют в различной степени урожай культуры. Влажность воздуха (от 48 до 83%) для большинства сортов не влияет на их урожай, за исключением Кардинала и Мария Серена, у которых урожай существенно зависит от данного фактора ($r = -0,849 \dots -0,851$, соответственно).

Комплексный анализ влияния агроклиматических факторов на величину урожая сортов показал, что именно в фазу цветения они существенно воздействуют на плодоношение сортов персика.

По величине урожая сорта коллекции разделяются на малоурожайные ($< 60\text{ ц/га}$) и среднеурожайные ($60-120\text{ ц/га}$). Вполне очевидно, что для хозяйственного использования экономически целесообразны среднеурожайные сорта, которые представлены тремя ранними и четырьмя среднеспелыми сортами. Урожайность сорта Ветеран приближается к данной

группе сортов. Выше представленные сорта отличаются вариабельностью величины урожая от 17 до 32 %, тогда как у малоурожайных сортов она колеблется от 47 до 114 %, то есть плодоношение последних менее устойчиво.

Коэффициенты множественной детерминации свидетельствуют о превалированном воздействии на урожай погодных условий в фазу цветения, что и определяет критическую фазу для культуры во влажных субтропиках, учитывая их низкую прогнозируемость и вероятность управления ими, что необходимо учитывать при районировании.

Культура персика, как и все виды растений, отличается потенциальной продуктивностью и экологической устойчивостью к постоянно изменяющимся погодным условиям, которые обуславливаются сортовым разнообразием [12-14]. Выделенные среднеурожайные сорта отличаются потенциальной урожайностью 69,4-102,7 ц/га, выраженной устойчивостью величины урожая. Коэффициент вариации их урожая достигал 18-32%. Необходимо проследить за их экологической пластичностью (табл. 2), показывающей реакцию генотипа на изменения погодных условий.

Таблица 2

Потенциальная продуктивность адаптивных сортов персика, их экологическая пластичность, 2006-2012 гг.

Группы по срокам созревания	Сорта	Урожай, кг/дер.	Потенциальный урожай с 1 дерева, в кг	Коэффициент урожая с дерева, в %	Коэффициент пластичности, b_i	Характер пластичности
Ранние	Саммерсет	14,2±2,2	18,7	23	0,66	низкая
	Майнред	10,7±1,6	15,0	32	0,66	-
	Старк Эрли Глоу	10,4±0,8	12,7	17	0,68	-
	Коллинз	6,9±2,2	14,7	71	2,01	интенсивный
Среднеспелые	Редхавен	11,9±1,8	19,8	18	1,16	высокопластичный
	Красная Заря	10,8±1,6	18,6	19	0,95	пластичный
	Кандидатский	11,3±1,7	17,4	32	1,57	высокопластичный
	Лариса	10,9±0,9	15,6	18	0,85	пластичный
Поздние	Ветеран	8,8±2,6	19,0	59	1,33	высокопластичный

Потенциальная продуктивность культуры проявляется при эффективном использовании **ею** благоприятных факторов внешней среды – естественных и технологических. Коэффициенты пластичности сортов показывают их реакцию на изменения условий среды. Сорта, коэффициенты пластичности у которых значительно ниже единицы (с низкой экологической пластичностью), относятся к нейтральным. Они слабо отзываются на изменения погодных условий, в плохих условиях – меньше снижают урожай. Это ранние сорта Саммерсет, Майнред и Старк Эрли Глоу.

У сортов с коэффициентом пластичности равным или близким к единице (Редхавен, Ветеран, Кандидатский, Красная Заря и Лариса) при оптимальных условиях урожай высокий, при неблагоприятных – снижение его незначительно.

Интенсивный сорт Коллинз, коэффициент пластичности которого равен 2,01, дает высокий урожай при благоприятных условиях, плохие условия резко снижают его величину.

Выводы

Во влажных субтропиках России возможно успешное возделывание актинидии деликатесной и персика.

Наиболее адаптивные сорта актинидии деликатесной: Хейворд К, Хеворд К8, Хейворд К 12; персика: Саммерсет, Майнред, Старк Эрли Глоу, Редхавен, Красная заря, Лариса.

На основе критерий пригодности климата и почвенных условий во влажных субтропиках России, разработаны карты размещения сортов актинидии деликатесной и персика, позволяющие наиболее эффективно использовать ресурсы уникального региона субтропиков России, что повысит урожайность этих культур с наименьшими экологическими рисками для окружающей среды.

Список использованной литературы

1. M. J. Salinger & G. J. Kenny (1995) Climate and kiwifruit cv. «Hayward» 2. Regions in New Zealand suited for production // New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. – 23:2. – P. 173-184, DOI: 10.1080/01140671.1995.9513884
2. Беседина Т. Д., Смагин Н. Е., Добежина С. В. Оценка влияния агрометеорологических факторов влажных субтропиков на урожай сортов персика методом математического моделирования // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ): [Электронный ресурс]. – 2016. – №121(09). URL:<http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/49.pdf>.
3. Беседина Т. Д., Смагин Н. Е., Добежина С. В. Адаптивный потенциал сортов персика, возделываемых во влажных субтропиках России. Вестник АПК Ставрополя, 2017. – № 1(25). – С. 123-128.

4. Жученко А. А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. – М.: «Агрорус», 2009-2011. – Т. II. – 624 с.
5. Мосияш А. С., Луговцов А. М. Агроклиматическая характеристика Большого Сочи. – Ростов н/Д, 1967. – 169 с.
6. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // *Skshhz. Csi.*, 1966. – №6. – P. 45.
7. Беседина Т. Д., Тутберидзе Ц. В., Добежина С. В. Экологическая характеристика интродуцированных сортов *A. deliciosa* в условиях влажных субтропиков России // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ): [Электронный ресурс]. – 2014. – № 100(06). URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/83.pdf>
8. Беседина Т. Д., Тутберидзе Ц. В. Теплообеспеченность сортов *Actinidia deliciosa* в субтропиках России // Достижения и перспективы развития селекции, возделывание и использование плодовых культур: материалы междунар. Науч. конф. Ялта, 2011. – С. 79-81
9. Беседина Т. Д. Прогнозирование размещения персика на основе анализа агроэкологических ресурсов влажных субтропиков России и адаптивного потенциала его сортов // Субтропическое и декоративное садоводство, 2018. – № 66. – С. 126-135.
10. Тутберидзе Ц. В., Беседина Т. Д., Добежина С. В. Агроэкологический паспорт *Actinidia deliciosa* в субтропиках России // *Actinidia deliciosa*, агробиологическая, климатическая, технологическая и экологическая характеристика сортов. – Германия: изд. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 60 с.
11. Смагин Н. Е., Абиляфазова Ю. С. К вопросу оценки недостатка холода в субтропиках России для персика // Садоводство и виноградарство, 2015. – №1. – С. 33-35.
12. Рындин А. В., Драгавцева И. А., Мохно В. С. Соответствие требований культуры персика условиям среды влажных субтропиков России // Садоводство и виноградарство, 2013. – № 1. – С. 24-29.
13. Беседина Т. Д., Смагин Н. Е., Добежина С. В. Сортоизучение культуры персика для оптимизации размещения во влажных субтропиках России // Субтропическое и декоративное садоводство, 2017. – № 60. – С. 67-72.
14. Драгавцева И. А., Савин И. Ю., Доможирова В. В., Моренец А. С., Ахматова З. П., Загиров Н. Г. Адаптация культуры персика к условиям выращивания на юге России // Садоводство и виноградарство, 2014. – № 6. – С. 35-41.

T. D. Besedina, Ts. V. Tutberidze, G. B. Torya

Federal State Budgetary Scientific Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, Sochi, Russia

PREDICTING THE LOCATION OF ACTINIDIA DELICIOSA AND PEACH IN AGROECOLOGICAL RESOURCES OF RUSSIAN DAMP SUBTROPICS