

УДК 634.1:581.1.036 (471.63)

**АДАПТИВНЫЕ СВОЙСТВА
ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР ЮГА РОССИИ
В УСЛОВИЯХ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА.***

Гапоненко Артем Васильевич
канд. экон. наук

Драгавцева Ирина Александровна
д-р с.-х. наук

*Государственное научное учреждение
Северо-Кавказский зональный научно-
исследовательский институт садоводства
и виноградарства Россельхозакадемии,
Краснодар, Россия*

Святкина Ольга Анатольевна
канд. геогр. наук

Жуков Виктор Александрович

Овчаренко Людмила Ивановна

*Всероссийский научно-исследовательский
институт сельскохозяйственной
метеорологии, Обнинск, Россия*

Излагаются результаты исследования влияния погодных условий зимнего периода на состояние, урожайность и рентабельность плодовых насаждений на территории юга России. Определены параметры стохастической модели агроклиматических ресурсов возделывания плодовых культур в условиях сложного рельефа Северо-Кавказского региона.

Ключевые слова: ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ, УРОЖАЙНОСТЬ, РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, ПЛОДОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

UDC 634.1:581.1.036 (471.63)

**ADAPTIVE PROPERTIES OF FRUIT
CROPS ON THE SOUTH OF RUSSIA
IN THE WINTER CONDITIONS**

Gaponenko Artem
Cand. Econ. Sci.

Dragavtseva Irina
Dr. Sci. Agr.

*State Scientific Organization North Caucasian
Regional Research Institute of Horticulture
and Viticulture of the Russian Academy of
Agricultural Sciences, Krasnodar, Russia*

Svjatkina Olga
Cand. Geogr. Sci.

Zhukov Viktor

Ovcharenko Ludmila

*All-Russian Scientific Research Institute of
Agricultural Meteorology, Obninsk, Russia*

Results of research of winter weather influence on the condition, productivity and profitability of fruit plantings in the south of Russia are presented. The parameters of stochastic model of agroclimatic resources of fruit crop cultivation in the conditions of the North Caucasian difficult relief are defined.

Keywords: WEATHER CONDITIONS, PRODUCTIVITY, PROFITABILITY, FRUIT CROPS

* Публикуется в рамках гранта РФФИ № 09-06-00109а

Введение. Существовавший ранее подход к развитию производительных сил в аграрном секторе экономики бывшего Союза без должной увязки с проблемами природопользования привел почти к повсеместному обострению экологических и экономических проблем садоводства. В значительной мере этому способствовало внедрение интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, ставящих своей основной задачей получение максимально возможного в данных погодных условиях урожая конкретной культуры. Стремление к увеличению продукции растениеводства любой ценой, и особенно за счет интенсификации технологического процесса, уже привело во многих районах к истощению плодородия почв, их эрозии и разрушению, засолению и загрязнению окружающей среды.

В связи с этим становится очевидной необходимость эколого-экономического подхода к развитию отдельных отраслей АПК России, способствующего переходу от технологий, эксплуатирующих природу, к технологиям, взаимодействующим с ней.

Эколого-экономический подход предусматривает моделирование технологического процесса с целью его оптимизации, а также моделирование связей между новыми технологиями и состоянием окружающей среды, с целью определения оптимального соотношения темпов экономического развития с требованием равновесия экосистем [1].

Развитие данной концепции предусматривает детальное исследование агроклиматических ресурсов возделывания конкретных культур на изучаемой территории, как сложившихся, так и ожидаемых, в связи с изменениями глобального климата. В связи с длительным периодом от посадки плодовых культур до начала их плодоношения, правильная закладка садов имеет важнейшее значение, поскольку связана с необходимостью выбора участков (экониш), наиболее соответствующих конкретным культурам. На этих участ-

ках плодовые деревья либо не должны подвергаться влиянию неблагоприятных погодных условий, либо подвергаться этому влиянию с наименьшей вероятностью и интенсивностью.

Наиболее благоприятным регионом России для производства плодовой продукции является Северный Кавказ, на примере которого проведено настоящее исследование [2]. Основу рентабельного садоводства на территории Северного Кавказа составляют семечковые и косточковые культуры, которые периодически теряют урожай из-за неблагоприятных условий зимне-весеннего периода.

Основной фактор поражения плодовых насаждений в период покоя – низкие температуры. В зависимости от фазы развития растений температурные критерии, определяющие возможность поражения, являются различными и зависят от нескольких условий.

Важнейшими характеристиками, определяющими устойчивость плодовых культур к неблагоприятным условиям периода покоя, являются их морозо- и заморозкоустойчивость. Компоненты зимостойкости сорта любой плодовой культуры определяются погодными и климатическими условиями ареала ее обитания.

Выделено четыре основных компонента зимостойкости, каждый из них – ответная реакция растений, устойчивость их к типу воздействия морозом.

Первый компонент морозоустойчивости – устойчивость сорта к ранним морозам в конце осени - начале зимы.

Второй компонент – величина максимальной морозоустойчивости сорта, развиваемой им в закаленном состоянии к середине зимы. Причем, к этому типу воздействия относятся только те морозы (в декабре-январе), которые наблюдаются в период до длительных оттепелей. Третий компонент зимостойкости свидетельствует о способности сорта сохранять устойчивость к

морозам в период оттепелей, а четвертый – о его устойчивости к возвратным морозам, отмечающимся спустя несколько дней после оттепелей.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились путем построения стохастической модели агроклиматических условий произрастания сельскохозяйственных культур. Вначале с помощью алгоритмов распознавания образов идентифицировались метеорологические ситуации периодов покоя плодовых культур в узлах регулярной сетки с произвольным шагом, а затем для каждого узла строилась модель конкурирующих рисков.

В связи с вышесказанным, при определении температурных "порогов" для классификации погодных условий с использованием алгоритмов распознавания образов, рассмотрены несколько временных интервалов. В первом приближении – это январь, февраль, первая половина марта и вторая половина марта.

Расчеты вероятности повреждения плодовых культур проведены для Краснодарского и Ставропольского краев по каждому узлу регулярной сетки с шагом 10 км, что позволило выявить наиболее благоприятные экониши.

Вероятность температуры воздуха ниже заданного предела была рассчитана по всем узлам регулярной сетки на территории Северного Кавказа для абрикоса, черешни, фундука, яблони и груши.

Обсуждение результатов. Анализ расчетов позволил выявить весьма интересные закономерности. Так, степень устойчивости яблони и груши к низким отрицательным температурам во второй половине зимы после оттепелей, как правило, совпадает с их способностью противостоять весенним заморозкам. Повреждение плодовых почек наблюдается каждые три-четыре года. Четко выраженной закономерности подмерзания пород не наблюдается, что усложняет исследование.

Принято считать, что по морозоустойчивости плодовые культуры располагаются в следующем порядке: яблоня, груша, вишня, черешня, персик, абрикос. Повреждения плодовых культур низкими температурами наблюдаются достаточно часто в южных районах края. Сильнее страдают менее зимостойкие породы – абрикос, персик, алыча, имеющие короткий период покоя. Но и яблоня, отличающаяся по сравнению с типично южными породами повышенной зимостойкостью и морозоустойчивостью, повреждается в среднем один раз в три-четыре года и в значительной степени.

Разработана математическая модель, позволяющая рассчитывать рентабельность выращивания плодовых культур в зависимости от метеорологических условий зимне-весеннего периода (на примере абрикоса).

Установлено, что критические значения минимальных отрицательных температур, при которых наблюдается гибель цветковых почек абрикоса, существенно меняются в течение зимне-весеннего периода. В течение ноября, декабря и начала января до первых оттепелей частичная гибель цветковых почек наблюдается при морозах ниже -10°C , причем гибнет тем больше таких почек, чем ниже опускается температура до -22.5°C . При морозах -22.5°C и ниже гибель цветковых почек достигает 100%.

В диапазоне абсолютных минимумов температуры воздуха от минус 10°C до -22.5°C процент выживших цветковых почек уменьшается пропорционально снижению температуры, и при морозах в течение этого периода данная зависимость аппроксимируется формулой:

$$Z = \min(180 + 8Y_i) \begin{cases} 0 & \text{при } z < 0 \\ 100 & \text{при } z > 100 \\ z & \text{при } 0 \leq z \leq 100 \end{cases} \quad (1)$$

где Z – процент выживших почек;

Y_i – минимальная температура в $^{\circ}\text{C}$ i -тых суток.

При зимне-весенних оттепелях в цветковых почках абрикоса происходит развитие цветков, поэтому их чувствительность к повреждающему действию морозов, а затем и заморозков, возрастает по мере накопления сумм положительных среднесуточных температур.

Снижение морозостойкости цветковых почек начинается после накопления с 1 января суммы положительных среднесуточных температур 35°C , после чего уязвимость почек возрастает по мере увеличения этой суммы до 250°C . В этом диапазоне зависимость числа выживших цветковых почек от значений абсолютного минимума температуры и накопленной с 1 января суммы положительных среднесуточных температур описывается уравнением:

$$Z = \min(175,86 + 1724.14 | 0,5 - Y_i? | / | 250 - x_i) \begin{cases} 0 \text{ при } z < 0 \\ 100 \text{ при } z > 100 \\ z \text{ при } 0 \leq z \leq 100 \end{cases} \quad (2)$$

где Z – процент выживших почек;

Y_i – минимальная температура в $^{\circ}\text{C}$ i -тых суток;

x_i – сумма накопленных с 1 января положительных среднесуточных температур $^{\circ}\text{C}$ на i -тые сутки.

После накопления с 1 января суммы положительных среднесуточных температур 250°C происходит раскрытие цветковых почек, поэтому их чувствительность к повреждающему действию отрицательных температур достигает максимума: полная гибель цветков наблюдается даже при небольших заморозках, порядка $-0,5^{\circ}\text{C}$.

В итоге зависимость процента выживших цветковых почек и цветков от значений абсолютного минимума температуры и накопленной с 1 января суммы положительных среднесуточных температур можно описать следующим уравнением:

$$Z = \begin{cases} n_{pux} \leq 35 \min(180 + 8Y_i) \\ n_{pu} 35 < x < 250 \min(175,86 + 1724,14(0,5 - Y_i)/(250 - X_i) \\ n_{pux} \geq 250 \end{cases} \begin{cases} 0 < n_{puz} < 100 \\ 100 < n_{puz} < 200 \\ 200 < n_{puz} < 300 \end{cases} \quad (3)$$

В результате анализа данных многолетних исследований в разных зонах Северного Кавказа установлено, что зависимость усредненных величин урожайности абрикоса от процента выживших цветковых почек можно аппроксимировать уравнением:

$$U = 1,3Z, \quad (4)$$

где U – урожай плодов абрикоса, ц/га;

Z – процент выживших цветковых почек и цветков.

Поскольку уравнением (3) описана зависимость величины процента выживших почек от метеорологических условий зимне-весеннего периода, использование формулы (4) позволяет после вычислений значений оценивать экономическую целесообразность выращивания абрикоса в условиях конкретного местообитания по следующему уравнению:

$$R = 100(1 - [W / 1,3ZV]), \quad (5)$$

где R – рентабельность выращивания абрикоса в %;

W – суммарные затраты на его возделывание, руб./га;

Z – процент выживших цветковых почек и цветков;

V – цена реализации урожая, руб./ц.

Для прогноза вероятностей разных уровней экономической эффективности выращивания абрикоса в конкретном районе привлекаются данные, как минимум, за 30 лет метеорологических наблюдений ближайшей метеостанции с

необходимыми поправками. По этим данным для каждого года в отдельности вычисляются значения с использованием формулы (5) и подсчитываются вероятности разных уровней экономической эффективности выращивания абрикоса по формуле:

$$P(R) \begin{cases} \varphi(R < 0) / n \\ \varphi(0 \leq R < 10) / n \\ \varphi(10 \leq R < 20) / n \\ \varphi(20 \leq R < 30) / n \\ \varphi(30 \leq R < 40) / n \\ \varphi(40 \leq R < 50) / n \\ \varphi(R \geq 50) / n, \end{cases} \quad (6)$$

где $P(R)$ – вероятность получения указанного уровня рентабельности выращивания абрикоса;

R – оценка рентабельности выращивания абрикоса в %;

Φ – частота появления указанного уровня рентабельности за ряд лет наблюдений метеоусловий;

n – общее число лет, использованных для вычислений метеорологических наблюдений.

С целью реализации приведенной математической модели разработан пакет прикладных программ.

Интенсификация в плодоводстве базируется, прежде всего, на обеспечении условий максимальной реализации биологического потенциала плодовых культур, на использовании адаптационных возможностей и рациональном землепользовании [3, 4]. При этом она зависит от гармоничного развития и взаимодействия всех основных факторов интенсификации (природных, биологических, организационно-экономических, информационных).

На рис. 1-4 представлены интегральные электронные карты Краснодарского края, демонстрирующие рентабельность возделывания соответствующей культуры (яблони, груши) в конкретных географических условиях края.

Так, возделывание сорта Дин Арт наименее рентабельно на восточной границе Краснодарского края, в Мостовском районе и в районе Приморско-Ахтарска, при этом в большинстве районов рентабельность может достигать 55,8% (см. рис. 1).

Сорт Мелба является более устойчивым, его можно возделывать практически в любом районе Краснодарского края, за исключением Мостовского (см. рис. 2).

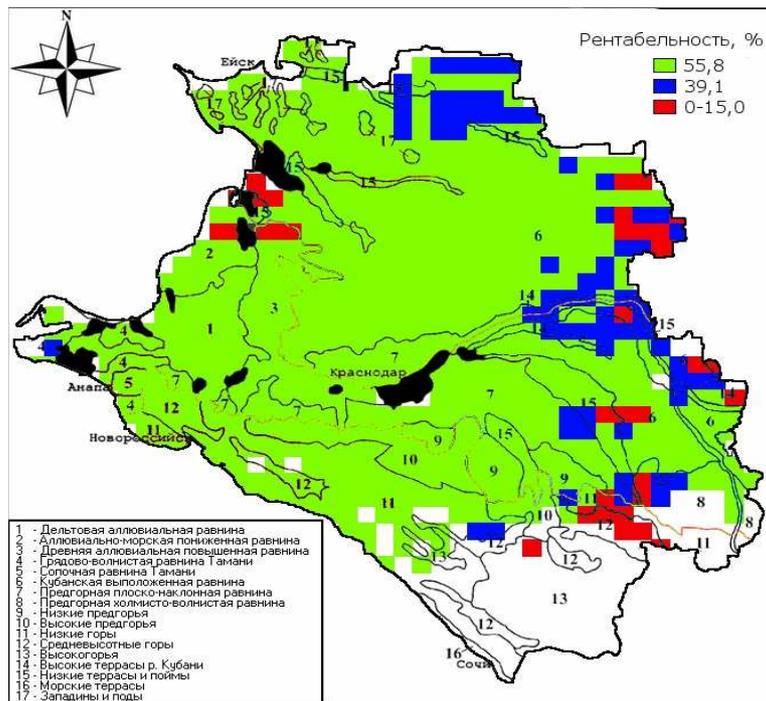


Рис. 1. Рентабельность сорта яблони Дин Арт в Краснодарском крае

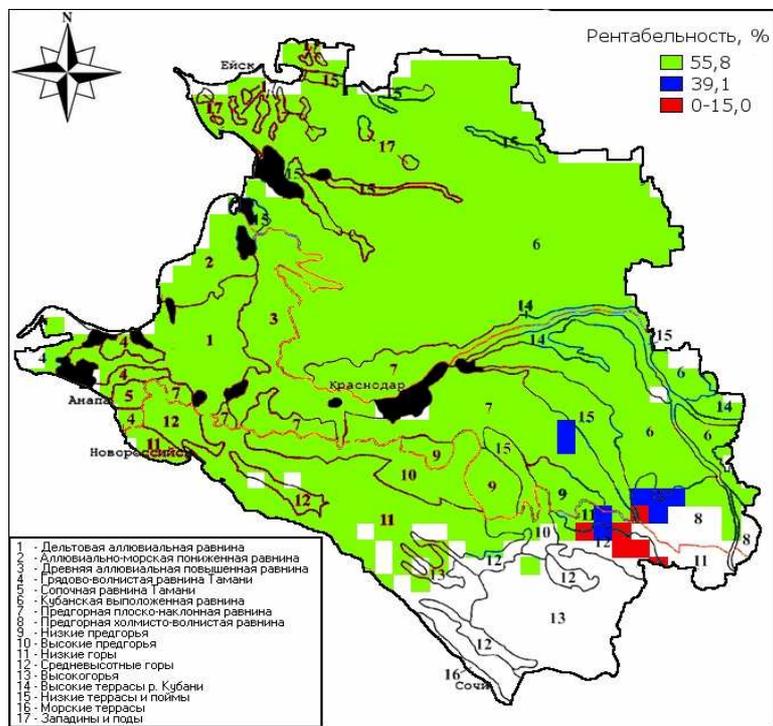


Рис. 2. Рентабельность сорта яблони Мелба в Краснодарском крае

Возделывание яблони наиболее рентабельным будет в центральных и северо-восточных районах Краснодарского края, в Тбилиском районе рентабельность не превысит 39,1%, а размещение яблони в юго-западных районах экономически нецелесообразно (см. рис. 3).

Рентабельность возделывания груши может достигать 129,6% в Щербиновском, Кушевском и Крымском районах, однако её выращивание в большинстве центральных, западных и южных районов Краснодарского края экономически неоправданно (см. рис. 4).

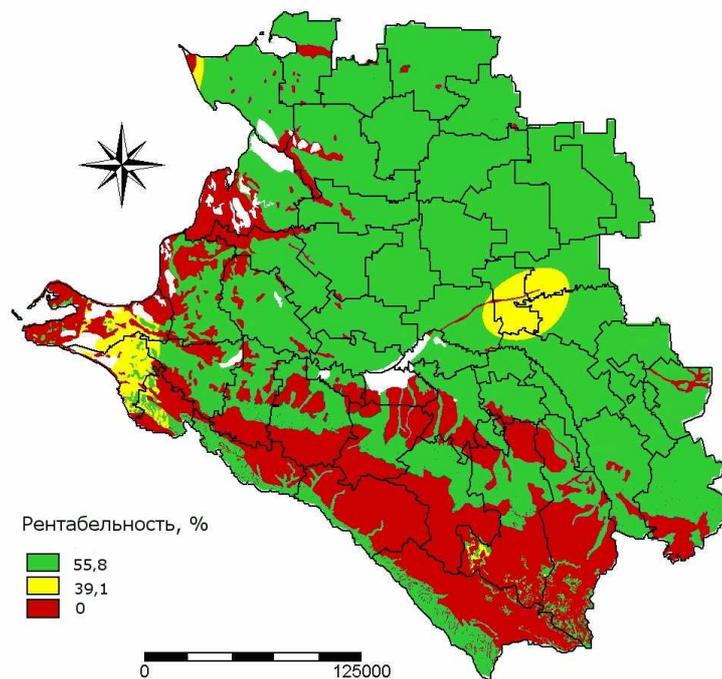


Рис. 3. Рентабельность зимостойких сортов яблони в Краснодарском крае

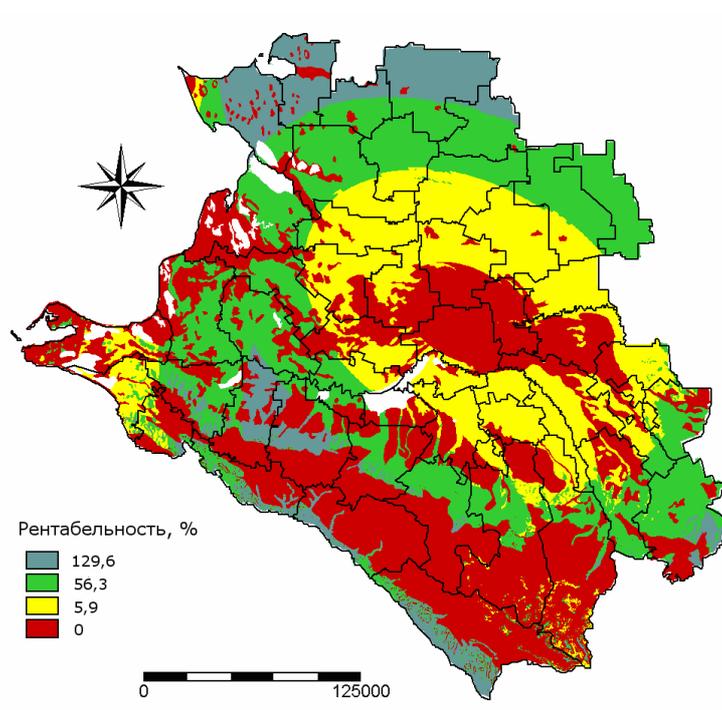


Рис. 4. Рентабельность груши в Краснодарском крае

Выводы. Разработка цифровой модели рельефа для территории Краснодарского края, группировка данных как по природным ландшафтам, бассейнам рек и водоемов, так и по административным районам позволит сформировать базы данных не только для целей выявления корреляционных связей между процессами, но и даст возможность представить полученные результаты в виде интегральных электронных карт, показывающих рентабельность возделывания конкретной культуры (сорта) в соответствующем районе Краснодарского края.

Результаты проведенных расчетов, в частности вероятностные оценки поведения системы "климат-урожай" в динамике применительно к плодовым культурам, могут использоваться для агротехнического обоснования сроков проведения защитных мероприятий, определения возможных потерь урожайности в аномальные годы, а также для использования в прогностических схемах.

Литература

1. Лопатина, Л.М. Методика эколого-генетической оценки адаптивности плодовых культур / Л.М. Лопатина, И.А. Драгавцева, Е.В. Луценко // Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству. – Краснодар ГНУ СКЗНИИСиВ. – 2010. – 300с.
2. Драгавцева, И.А. Управление продуктивностью плодовых культур на основе изучения адаптивного потенциала генотипов и среды их выращивания на примере юга России / И.А. Драгавцева, Н.Н. Марченко, И.Ю. Савин // Садоводство и виноградарство. – 2009. – № 5. – С. 26-28.
3. Система садоводства в зональной специфике Краснодарского края (культура яблони). Методические рекомендации. – Краснодар: ГНУ Северо-Кавказский зональный НИИ садоводства и виноградарства Россельхозакадемии, Департамент сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края, 2007. – 118 с.
4. Адаптивный потенциал садовых культур юга России в условиях стрессовых температур зимнего периода (методические рекомендации). – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2006. – 157 с.