

УДК 634.1:551.5:631.5(470.6)

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР В АГРОСИСТЕМАХ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН С УЧЕТОМ ФЛУКТУАЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Драгавцева И.А., д-р с.-х. наук, **Доможирова В.В.**, **Моренец А.С.**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»
(Краснодар)*

Загиров Н.Г., д-р с.-х. наук

Государственное научное учреждение «Дагестанский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (Махачкала)

Реферат. Проведена оценка и предложены сценарии пригодности земель Республики Дагестан для выращивания плодовых культур (груша и абрикос) в условиях меняющегося климата с помощью геоинформационных технологий. Проведен компьютерно-аналитический анализ существующего и перспективного размещения плодовых культур в агроэкосистемах. Разработаны экологические карты оптимального размещения груши и абрикоса в сложных ландшафтах Республики Дагестан с учетом изменения климатических факторов.

Ключевые слова: климатические факторы, зимне-весенний период, груша, абрикос, ландшафт, оптимальное размещение

Summary. The assessment is carried out and the scenarios of lands suitability of the Dagestan Republic for cultivation of fruit crops (a pear and an apricot) under the conditions of the changing climate by means of geoinformational technologies are offered. The computer-analytical analysis of the existing and perspective fruit crops placement in the agric ecosystems is carried out. The ecological maps of optimum placement of a pear and an apricot according to the changing climatic factors in the complicated landscapes of the Republic of Dagestan are developed.

Key words: climatic factors, winter and spring period, fruit crops, pear, apricot, landscape, optimal placement

Введение. Проблема адаптации в системе «растение – среда», в том числе использование механизмов саморегуляции продукционного и средообразующего процессов, на протяжении тысячелетий занимала центральное место в сельском хозяйстве, особенно эта проблема всегда была важна и сложна для многолетних культур.

В настоящее время в связи с изменением климатических условий [1] происходит разбалансировка биологических циклов развития плодовых культур, что требует корректировки их размещения на основе соответствия возможностей новых условий среды и требований к ним плодовых растений.

Решение этой задачи требует обширной информации по характеристике климатических и рельефных условий юга России [2, 3, 4]. Данную информацию необходимо соединить с адекватно сложными средствами ее анализа и в первую очередь – с современными информационными технологиями.

Дальнейшее развитие садоводства предопределяет необходимость адаптации существующих и разработки новых подходов к анализу климатических ресурсов Российской Федерации, особенно ее южного региона (Северного Кавказа) – основного поставщика плодовой продукции.

Цель настоящего исследования – оптимизация размещения груши и абрикоса в сложных ландшафтах Республики Дагестан на основе геоинформационных технологий [5-10] с учетом климатических изменений.

Задачи исследований:

- выявить закономерности изменения температурного режима зимне-весеннего периода в сложных ландшафтах, на примере Республики Дагестан (в разрезе плодовых зон и подзон);
- провести компьютерно-аналитический анализ климатических ресурсов зимне-весеннего периода для возделывания груши и абрикоса с учетом флуктуаций климата;
- выявить в условиях изменения климата территории оптимального размещения груши и абрикоса в Республике Дагестан.

Новизна исследований заключается в отсутствии программных методов управления адаптивным потенциалом плодовых культур в сложных ландшафтах в изменяющихся условиях среды. Теоретическая направленность исследований – в выявлении механизма адаптации в системе «плодовая культура – среда выращивания».

Практическая значимость – в выявлении оптимальных районов и микрорайонов для размещения плодовых культур, соответствующих условиям среды, в пересмотре существующих территорий возделывания культур (на примере Республики Дагестан).

Объекты и методы исследований. Источником информации явились данные ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства» (Драгавцева И.А., Можар Н.В.), ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», ГНУ Дагестанский НИИ сельского хозяйства. Использованы данные Государственных участков по сортоизучению плодовых культур Республики Дагестан (Касумкентский, Хасавюртовский, Буйнакский), Республики Северная Осетия (Пригородный) за 1980-2010 гг., а также база метео данных СКЗНИИСиВ (а.с. №2003620035 «База данных автоматизированной системы мониторинга, анализа и прогнозирования развития сельхозкультур (База данных «ПРОГНОЗ-АГРО»)), от 20 февраля 2003 года. И.А.Драгавцева, Е.В.Луценко, Л.М.Лопатина).

Методики исследования:

- методика типизации лет (а.с. №2006613271 «Подсистема агрометеорологической типизации лет по успешности выращивания плодовых и оценки соответствия условий микрзон выращивания (АГРО-МЕТЕО-ТИПИЗАЦИЯ)), от 15 сентября 2006 года. И.А.Драгавцева, Е.В.Луценко, Л.М.Лопатина, А.А.Немоляев);
- методика прогноза риска гибели урожая плодовых культур от неблагоприятных климатических условий зимне-весеннего периода (а.с. №2009616032 «Агроэкологическая система прогнозирования риска гибели урожая плодовых культур от неблагоприятных климатических условий зимне-весеннего периода (ПРОГНОЗ-ЛИМИТ)), от 30 октября 2009 года. И.А.Драгавцева, Е.В.Луценко, Н.Н.Марченко, О.А.Святкина, Л.И.Овчаренко);
- методика автоматизированной системы поиска комфортных условий для выращивания плодовых культур (а.с. №2008613272 «Автоматизированная система поиска комфортных условий для выращивания плодовых культур (Плодкомфорт)), от 9 июля 2008 года. И.А.Драгавцева, Е.В.Луценко, Н.Н.Марченко, В.С.Акопян, В.Г.Костенко);
- методические рекомендации по расчету микропоправок метеоэлементов в сложных ландшафтах гор и предгорья [11].

Обсуждение результатов. Анализ климатических данных за более чем тридцатилетний период свидетельствует о формирующейся тенденции изменения климата на юге России по срокам и амплитудам проявления пороговых значений зимне-весенней температуры, сдвигу прохождения плодовыми растениями фенофаз роста и развития и, в результате, разбалансировке биологических циклов растения. Тенденция усиления флуктуа-

ции климата привела к негативным последствиям – дискомфорту в системе взаимодействия «генотип-среда», повсеместному снижению стабильности плодоношения растений, изменению частоты и силы проявления пороговых значений негативных факторов среды в зависимости от их географического и ландшафтного положения.

Учитывая сложность рельефно-почвенно-климатических дифференциаций зон возделывания плодовых культур в республике Дагестан, одним из важнейших технологических приемов является оптимизация их размещения, обеспечивающая адаптацию к условиям конкретной зоны возделывания.

Осуществлен анализ соответствия биологических требований плодовых культур (груша и абрикос) по фазам развития (в зимне-весенний период) на основе следующих исследований:

- создание матриц пороговых значений температурных факторов, лимитирующих плодоношение изучаемых культур в зимне-весенний период;
- изучение ландшафтных особенностей изучаемых территорий;
- анализ изменения температурных условий (лимитирующих плодоношение в зимне-весенний период) в пределах конкретного географического и агроклиматического региона;
- проведение компьютерной картографической визуализации оптимального размещения груши и абрикоса с учетом изменения климата.

Фазы развития	Срок наступления фаз развития	Пороги критических температур по фазам развития в зимне-весенний период	
		Районированные сорта	Новые сорта
Вынужденный покой	Январь I	-27 °С	-26 °С
	II	-26 °С	-26 °С
	III	-26 °С	-24 °С
Набухание цветковых почек	Февраль II	-20 °С	-22 °С
	Февраль III	-18 °С	-20 °С
Распускание цветковых почек	Март I	-15 °С	-15 °С
	Март II	-12 °С	-12 °С
	Март III	-8 °С	-8 °С
Появление лепестков	Апрель I	-6 °С	-6 °С
	Апрель II	-4 °С	-4 °С
Цветение	Апрель III	-2 °С	-2 °С

Температурный режим зимне-весеннего периода

Рис. 1. Матрица пороговых значений абсолютного минимума температуры для культуры груши в зимне-весенний период по фазам развития (среднее по сортам)

На рис. 1 представлена матрица пороговых значений абсолютного минимума температуры воздуха в зимне-весенний период для районированного сортимента и недавно созданных и создаваемых сортов груши [1].

На рис. 2 представлена та же информация по культуре абрикоса.

Температурные условия зимне-весеннего периода привязаны к конкретным срокам прохождения фенофаз.

Представленные на рис. 1, 2 материалы использованы при геоинформационном анализе оптимального размещения плодовых культур в качестве алгоритмов.

Температурный режим зимне-весеннего периода	Фазы развития	Срок наступления фаз развития	Пороги критических температур по фазам развития в зимне-весенний период	
			Районированные сорта	Новые сорта
	Вынужденный покой	Январь I, II	-24 °С	-26 °С
	Набухание цветковых почек	Январь III Февраль I, II, III	-23 °С	-24 °С
	Распускание цветковых почек	Март I, II	-10 °С	-12 °С
	Появление лепестков	Март III	-5 °С	-5 °С
	Цветение	Апрель I	-3 °С	-3 °С

Рис. 2. Матрица пороговых значений абсолютного минимума температуры для абрикоса в зимне-весенний период по фазам развития (среднее по сортам)

Впервые для Республики Дагестан проведен анализ метеорологических данных наиболее уязвимо для получения урожая условий зимне-весеннего периода в равнинной, предгорной и горной зонах (с учетом изменения климата).

Вся территория Республики делится на 10 самостоятельных подзон (табл. 1).

При анализе использованы декадные и суточные метеоданные за период 1980-2010 гг. по метеостанциям:

- г. Хасавюрт (Терско-Сулакская дельтовая равнина Равнинной зоны);
- г. Буйнакск (Центральное предгорье Предгорной зоны);
- г. Дербент (Юго-восточное предгорье Предгорной зоны);
- г. Хунзах (Северо-западное среднегорье Горной зоны).

Таблица 1 – Распределение административных районов по зонам и подзонам Республики Дагестан*

Зона	Подзона	Административные районы
Равнинная	Терско-Кумская полупустыня (Ногайская степь)	Ногайский, часть Тарумовского
	Терско-Сулакская дельтовая равнина	Кизлярский, Бабаюртовский, Кизилюртовский, Хасавюртовский, часть Тарумовского
	Приморская низменность (Южная равнинная подзона)	Карабудахкентский, Каякентский, Дербентский, Магарамкентский, часть Сулейтан-Стальского, Кайтагского, Табасаранского
Предгорная	Северо-западное предгорье	Новолакский, Казбековский
	Центральное предгорье	Буйнакский, Дахадаевский, Сергокалинский, часть Карабудахкентского, Каякентского
	Юго-восточное предгорье	Часть Кайтагского, Табасаранский, Хивский, часть Сулейтан-Стальского и Магарамкентского
Горная	Северо-западное среднегорье	Гумбетовский, Ботлихский, Ахвахский, Хунзахский, Унцукульский, Гунибский, Гергебильский, Левашинский, часть Цумадинского, Чародинского, Шамильского, Лакского, Буйнакского, Сергокалинского, Кулинского
	Юго-восточное среднегорье	Дахадаевский, Кулинский, Кайтагский, Агульский, Табасаранский, Хивский, Курахский, Ахтынский, Рутульский
	Высокогорье	Цумадинский, Цунтинский, Шамильский, Лакский, Кулинский, Рутульский, Агульский, Ахтынский, Курахский
	Долины	Почти все предгорные и горные районы
*Примечание – по данным М.М. Мурсалова с соавторами [3]		

Равнинная зона Дагестана

Терско-Сулакская подзона. Анализ наступления абсолютного минимума температур в фазе органического покоя (ноябрь – декабрь) показал отсутствие опасных температур для плодовых. Имеют место снижения температуры до -20°C один раз в 10 лет. В последние годы (1995-2010 гг.) увеличилось количество положительных температур в анализируемой подзоне в феврале. Перепады температуры стали реже, то есть опасность повреждения цветковых почек во время февральских окон уменьшилась.

Интенсивность и частота заморозков в марте иже -10°C (опасных для цветковых почек) имеет явную тенденцию к сокращению в условиях Равнинной зоны Терско-Сулакской дельтовой равнины. Заморозков ниже -10°C за период 1980-2010 гг. в Равнинной зоне Дагестана (Терско-Сулакская дельтовая равнина) не было. В апреле в Терско-Сулакской дельтовой равнине Равнинной зоны Дагестана стали проявляться единичные

заморозки. В подзоне Приморская низменность в фазу органического покоя абсолютный минимум за период 1980-2010 гг. не опускался ниже -10°C . То есть в фазу органического покоя (декабрь – январь) угрозы гибели цветковых почек плодовых в последние 30 лет для анализируемых культур здесь нет. В феврале количество оттепелей и их амплитуда уменьшились. Стали меньше также частота и амплитуда проявления отрицательных температур. В марте заморозков за исследуемый период не отмечено.

Число повторов заморозков в апреле и их сила резко сократились. Таким образом, в целом метеорологические условия зимне-весеннего периода в Равнинной зоне Дагестана становятся более благоприятными для перезимовки плодовых культур.

Предгорная зона Дагестана

Центральное предгорье. В Центральном предгорье Предгорной зоны Республики Дагестан абсолютный минимум температур в фазу органического покоя плодовых растений за период 1980-2010 гг. опускался в 1997 г. до -23°C и в 2002 г. – до $-17,5^{\circ}\text{C}$.

В феврале оттепели стали носить более выровненный характер, амплитуда их проявления также имеет тенденцию к уменьшению. Порог отрицательных минимумов снизился (в феврале стало теплее). Заморозки ниже -10°C в марте в Центральном предгорье проявлялись до 1991 г. С 1991 по 2010 гг. их не было. В апреле вероятность наступления заморозков ниже -3°C возросла.

Таким образом, в Центральном предгорье Предгорной зоны метеорологические показатели зимне- и ранневесеннего периода меняются в сторону потепления, за исключением апреля, когда вероятность наступления заморозков возросла.

Юго-восточное предгорье. В Юго-восточном предгорье Предгорной зоны Дагестана в феврале перепады температур стали реже, опасность повреждения цветковых почек уменьшилась. В весенний период количество заморозков уменьшилось, они стали менее интенсивными. То есть в районах Юго-восточных предгорий температурные условия зимне-весеннего периода для плодовых культур улучшились.

Горная зона Дагестана

Северо-западное предгорье. Территория этой подзоны расположена между отметками 1000 и 2000 м над уровнем моря [2]. В Горной зоне Дагестана, долинах Северо-западных среднегорий абсолютный минимум температур в фазу органического покоя за период 1980-2000 гг. достиг показателя -18°C в 2006 г. В Горной зоне Дагестана (долины Северо-западного среднегорья) в феврале количество оттепелей сократилось, их абсолютный максимум за период 1995-2010 гг. достиг $+13^{\circ}\text{C}$ только в 2005 г.

Прежняя тенденция проявления отрицательных температур в феврале (конец органического покоя) сохранилась. Число повторов заморозков ниже -10°C в марте не изменилось. Они по-прежнему представляют угрозу для урожая плодовых. Сила заморозков и их интенсивность в апреле в последние годы увеличились, что представляет угрозу для цветковых почек плодовых деревьев.

В Горной зоне Дагестана, в долинах Северо-западного среднегорья сохранилась прежняя тенденция проявления отрицательных температур в зимний и ранневесенний периоды. Увеличилась сила заморозков и частота их проявления в апреле.

В подзоне Высокогорье плодоводство не имеет промышленного значения. Любительские посадки имеются в долинах.

Общие тенденции изменения температурного режима зимне-весеннего периода в Горной зоне Дагестана отражены на рис. 3.

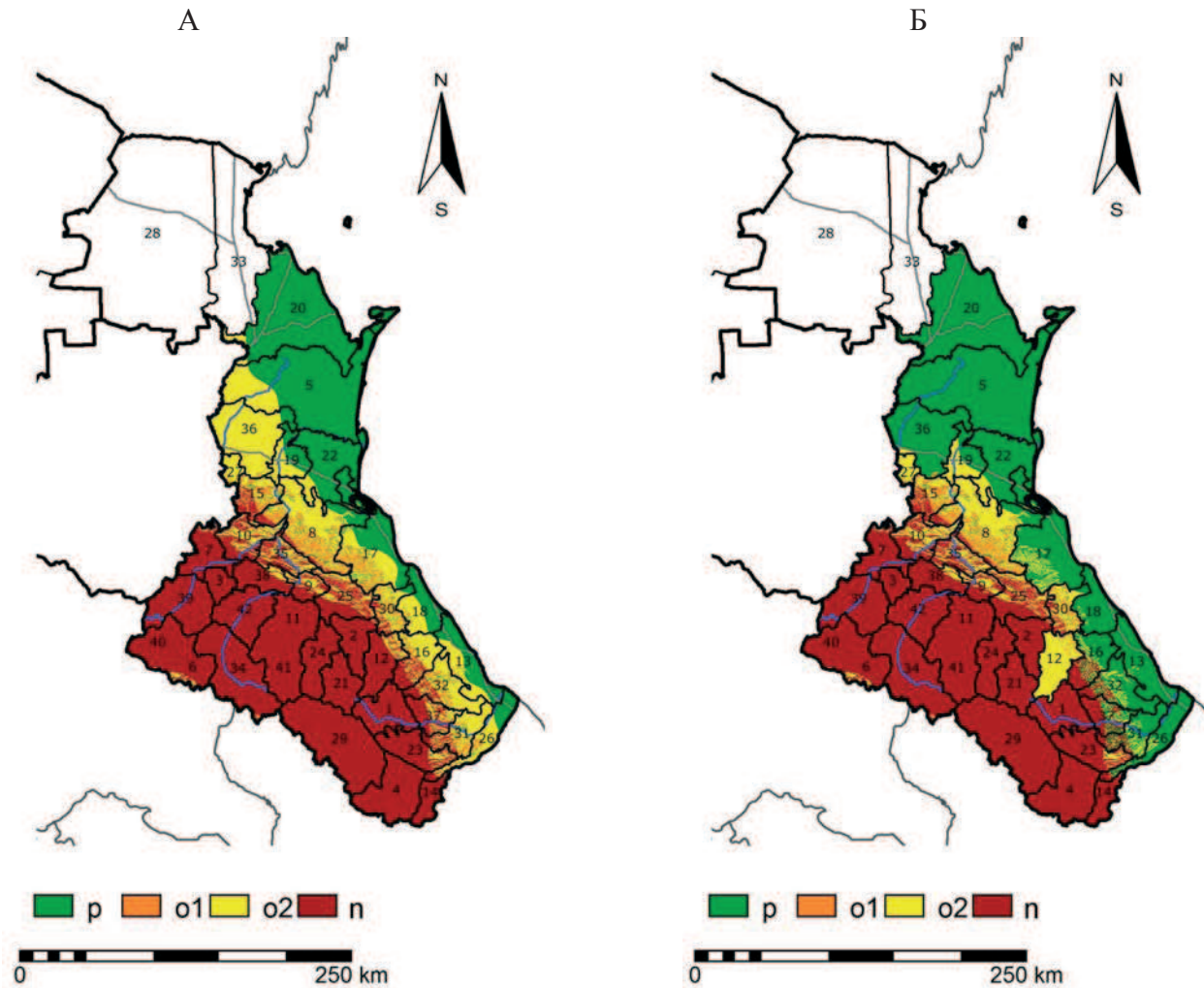
А



Б



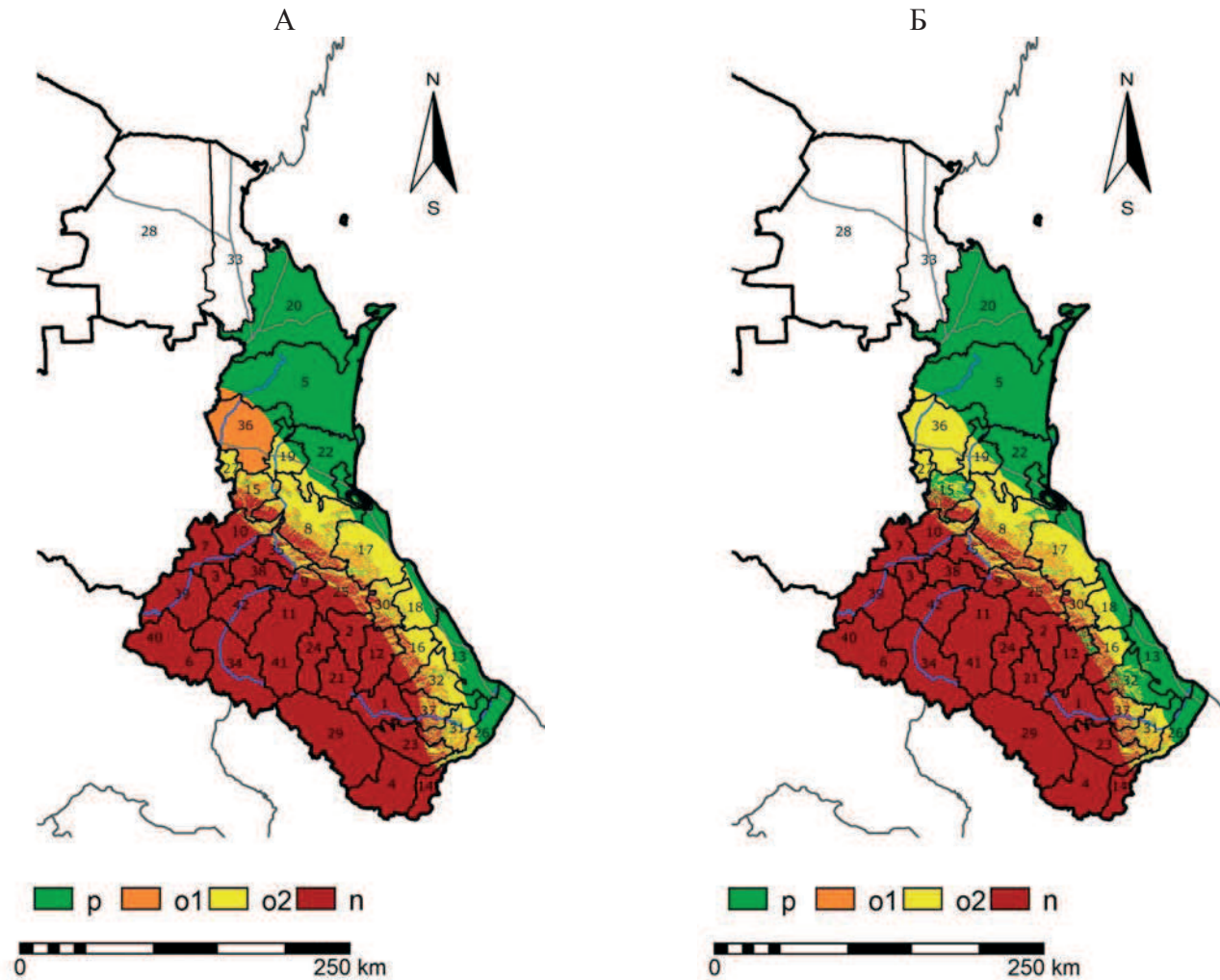
Рис. 3. Общие тенденции изменения температурного режима зимне-весеннего периода в Горной зоне Республики Дагестан за последние 30 лет (А – 1980-1995 гг.; Б – 1995-2010 гг.) – долины Северо-западного среднегорья



Условные обозначения:

p – пригодно; o1 – ограниченно пригодно; o2 – относительно пригодно; n – непригодно для товарных садов

Рис. 4. Экологические карты оценки степени пригодности территории Республики Дагестан к температурным условиям зимне-весеннего периода для культуры груши (в ландшафте): А – 1980-1995 гг.; Б – 1995-2010 гг.



Условные обозначения:

p – пригодно; o1 – ограниченно пригодно; o2 – относительно пригодно; n – непригодно для товарных садов

Рис. 5. Экологические карты оценки степени пригодности территории Республики Дагестан к температурным условиям зимне-весеннего периода для культуры абрикоса (в ландшафте): А – 1980-1995 гг.; Б – 1995-2010 гг.

На основании анализа изменений температурных характеристик зимне-весеннего периода и пороговых значений факторов, лимитирующих получение урожая, разработан компьютерный вариант оптимального размещения плодовых культур в Дагестане, с помощью геоинформационных систем (ГИС), учитывающих большое количество факторов.

Данный анализ осуществляется не для «точечных», а для пространственных объектов, например, как в нашем случае, элементарных выделов земель. На первом этапе построения оценочных моделей проведен отбор свойств земель, которые потенциально могут оказывать влияние на рост плодовых культур. Отбор свойств осуществляется в рамках двух основных блоков: климатические и рельефные потенциально лимитирующие свойства. Набор свойств, отобранных для оцениваемых типов использования земель, варьировал в зависимости от экологических требований культур. Отобранные свойства были ранжированы по степени их оптимальности для роста культуры. Границы рангов свойств земель были не одинаковы для разных культур и устанавливались с использованием экспертных оценок, на основе имеющихся фондовых и литературных материалов. Использована шкала частных оценок отдельных свойств земель, состоящая из 5 градаций: рейтинг 100 – оптимально; 75 – относительно пригодно; 50 – ограниченно пригодно; 25-0 – не пригодно. Приведенные алгоритмы были использованы при построении экологических карт оценки пригодности территорий Республики Дагестан к условиям зимне-весеннего периода, для размещения груши и абрикоса (за периоды 1980-1985 и 1985-2010 гг.) (рис. 4, 5).

Выводы. Выявлена вариабельность температур зимне-весеннего периода в Республике Дагестан в разрезе зон и подзон возделывания груши и абрикоса. Показано, что для промышленных садов груши температурные условия указанного периода стали более щадящими для Терско-Сулакской равнины Равнинной зоны Дагестана и Юго-восточного среднегорья Горной зоны. Для товарных садов абрикоса увеличилось количество пригодных площадей в Равнинной зоне, Терско-Сулакской дельтовой равнине. Возросла площадь пригодных территорий по анализируемому показателю в Северо-западных предгорьях Предгорной зоны Дагестана и в Юго-восточных предгорьях (Табасаранский район).

Литература

1. 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.
2. Мурсалов, М.М. Оптимальное размещение плодовых культур и разработка эффективных способов освоения и рационального использования горных склонов и долин под сады в Дагестане: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Махачкала, 1984. – 459 с.
3. Мурсалов, М.М. Вертикальная поясность и адаптивно-ландшафтное размещение плодовых культур на территории Республики Дагестан / М.М. Мурсалов, У.И. Насрутдинов, Н.Г. Загиров [и др.]. – Махачкала, 2005. – 63 с.
4. Чигоев, И.З. Горное плодоводство / И.З. Чигоев. – Орджоникидзе, 1964. – 79 с.
5. Драгавцева, И.А. Разработка метеорологических критериев для оценки районов возделывания плодовых культур на Северном Кавказе / И.А. Драгавцева, А.С. Моренец, В.В. Доможирова // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2014. – №30(6). – С. 64-73. – Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/14/06/06.pdf>
6. Савин, И.Ю. Геоинформационные системы в оценке биопродуктивности почвенного покрова / И.Ю. Савин // Анализ систем на рубеже тысячелетий: теория и практика – 1998: материалы междунар. конф. (15-17 дек. 1998 г.). – М., 1998. – С. 207-208.
7. Савин, И.Ю. Геоинформационный анализ ресурсного потенциала земель для сельскохозяйственных целей / И.Ю. Савин, Е.Г. Федоров // Современные проблемы почвоведения. – М., 2000. – С. 272-285.
8. Burrough, P.A. Principles of geographical information systems for land resources assessment. – N.Y., 1986. – 193 p.
9. Chidly, T.R.E. Computerized systems of land resources appraisal for agriculture development / T.R.E. Childy, J.Egly. – FAO, 1993. – 247 p.
10. Le Bas, C. Soil databases to support sustainable development / C. Le Bas, M. Jammagne. – INRA-JRC, 1996. – 150 p.
11. Драгавцева И.А. Ретроспективный анализ роста плодовых деревьев в условиях микрозон / И.А. Драгавцева, Г.Н. Теренько, А.А. Олисаев, О.А. Святкина. – Владикавказ, 1996. – 23 с.