

Статья поступила в редакцию 20.06.2023 г.

Dragavtseva I.A., Klyukina A.V., Akhmatova Z.P., Savin I.Yu., Zagirov N.G. New scientific approaches to production process management on the example of apricot varieties under the conditions of the complex relief of Kabardino-Balkaria // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens. – 2023. – № 148. – P. 22-30.

The North Caucasus, including the Republic of Kabardino-Balkaria, is one of the main regions of Russia, supplying the population of the country with the products of the most valuable southern fruit crops (apricot, peach, cherry, etc.). Their cultivation here has certain difficulties due to the large mosaic relief. The apricot culture is particularly demanding on the temperature regime of the winter-spring period, and therefore the creation of new approaches to managing the production process of its cultivars by phases of development in difficult terrain is very important. New, in-depth approaches are presented to reveal the patterns of manifestation of the properties of specific genotypes in the phenotype, taking into account the changing growing conditions in the territory of Kabardino-Balkaria. The work is based on the latest strategy developed by the scientific school of V.A. Dragavtseva – the theory of ecological and genetic organization of quantitative traits (TEGOKP). The degree of adaptability of apricot cultivars of different frost resistance under different growing conditions for specific development phases over a long period of years (1985-2022) in Kabardino-Balkaria was studied. Graphical models have been developed to reveal the most vulnerable periods of the onset of temperature stressors in the winter-spring period under the conditions of climate change for specific apricot cultivars. They show the emergence of new (emergent) properties in the "genotype-environment" interaction system. The new scientific approaches being developed for the work of genetic and physiological systems of adaptability of each development phase make it possible to proceed to the creation of an innovative technology that ensures the maximum realization of the genetic potential of cultivars to the conditions of the growing environment using digital technologies.

Key words: *fruit crop; apricot; cultivars; development phases; frost resistance; production process; management; digital analysis*

УДК 634.13:631.527:57.087.1

DOI: 10.25684/0513-1634-2023-148-30-35

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЛОКАЛЬНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ИННОВАЦИОННОМ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНОМ АНАЛИЗЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ «ЭЙДОС» ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В СЕЛЕКЦИИ ГРУШИ НА ЗАДАННЫЕ ПРИЗНАКИ

Наталья Станиславовна Киселева

ФИЦ «Субтропический научный центр Российской академии наук»,
г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28
E-mail: nskiselyeva_05@mail.ru

Отображена информация, полученная в рамках исследовательских работ, при которых была использована нелокальная сеть нейронного типа в АСК-анализе (системно-когнитивном анализе) и предусмотренные им программные инструментальные средства – ИС (интеллектуальная система) под названием «Эйдос», предназначенная для разрешения целого комплекса задач, касающихся прогнозирования (выявление присутствующих в коллекции гибридов и сортов, распознавание, типология, диагностика) и определения взаимных связей, существующих между признаками морфологического порядка (форма и размер листков, форма плода, его масса, размер, индекс) в селекции на заданные признаки. Выполнялась детальная аналитическая работа относительно уровня различий и схожести, определяющего генотипы. Выработаны подвергнутые систематизации классовые образцы по количественной/качественной оценке общности признаков морфологического порядка, связанных с генотипами груши. Используются нейроны нелокального типа с целью описания выраженности взаимосвязи анализируемых признаков присущих данной культуре генотипов. Сформированная модель, базирующаяся на установленных признаках морфологического порядка, позволяет отобрать и спрогнозировать при конкретной садоводческой системе как материала-«источника» для селекции по

повышенным товарным и иным значимым признакам-критериям, так и типологии сортов по плодам конкретной величины и формы.

Ключевые слова: *груша; сорт; генотип; селекция; сила связи; системно-когнитивный анализ (АСК-анализ)*

Введение

В современных условиях эколого-адаптивного садоводства во влажных субтропиках юга России нередко к новому сорту предъявляются повышенные требования по качеству, продуктивности и устойчивости к стрессовым ситуациям из разряда «биотические» и «абиотические». В целях разрешения появляющихся проблемных аспектов увеличение качества плодов, высокий уровень продуктивности и адаптивности могут обеспечить целенаправленные генетико-селекционные направления, в частности, анализ и оценка возможностей и перспектив использования системно-аналитических методологических подходов при установлении продуктивного и адаптационного потенциала отдельных сортов плодовых культур и выявление как ценных с точки зрения селекции растений в рамках одного сорта, и дифференциация общности сортов с теми признаками-критериями, которые представляют ценность с хозяйственной точки зрения и вызывают интерес со стороны специалиста-селекционера [1-3, 8].

К примеру, данное обстоятельство касается сферы анализа значения разного рода факторов, которые оказывают воздействия на взаимную связь, динамику и развитие признаков количественного характера, имеющих у плодовых деревьев.

В этой связи появляется важная потребность в выработке методологических подходов к оцениванию экологических факторов - условий произрастания культуры, анализе сортов, у которых есть способность успешно адаптироваться к определенной почвенной и климатической среде, и селекция – это главный «инструмент» улучшения, повышения уровня качества и устойчивости сортов груши. По этой причине важно изучать косвенное, вторичное воздействие генома разных гибридов и сортов груши на их качества товарного плана (признаки-критерии, представляющие ценность с хозяйственной точки зрения), в том числе, посредством воздействия генотипа на биологическую и фенотипическую специфику растения.

Разрешение намеченного проблемного аспекта возможно посредством определения взаимосвязей между важными помологическими и морфологическими признаками с использованием нелокальной сети нейронного типа в АСК-анализе (анализе системно-когнитивного типа) и предусмотренных им программных инструментальных средств – смарт-системе под названием «Эйдос» [6, 7].

Перед настоящим исследованием поставлена цель, состоящая в использовании метода АСК-анализа и предусмотренных им инструментальных средств программного типа – ИС «Эйдос» в целях разрешения актуальных задач прогнозного характера (выявление, идентификация, типология и диагностическое обследование присутствующих в составе коллекции гибридов и сортов) и определения связей, существующих между признаками-критериями помологического и морфологического порядка (форма и размер листков, форма, масса и размер плода, величина индикатора-индекса) в селекции такой культуры, как груша [1-3, 12-15].

С данной целью нужно разрешить комплекс задач: определение непосредственных зависимых отношений, формирование прогнозов относительно имеющих у плодов гибридов и сортов груши качеств товарного плана, при учете морфологической специфики; организация и осуществление аналитической работы относительно обусловленности качеств товарного характера признаками из разряда «морфологические»; формирование модели для выявления, типологии и

характеристики генотипов, присутствующих в составе коллекции. Сети нейронного типа выступили в качестве информационного «фундамента» модели.

Объекты и методы исследования

Информация была сформирована за период с 2007 по 2022 гг. в рамках участка коллекционного типа ФИЦ СЦ РАН (город Сочи). В качестве объектов изысканий выступили гибриды и сорта груши (*Pyrus l.*) разных периодов созревания и видов. Отборочные и исследовательские работы были организованы и осуществлены на основании общепризнанных методологических подходов и программ [5, 9-11]. Переработка полученной информации с применением статистического метода осуществлялась с использованием нейронов нелокального типа, которые определяют выраженность взаимосвязи анализируемых критериев-признаков генотипов груши, АСК-анализа в рамках ИС «Эйдос» [6, 7].

Результаты и обсуждение

Методика АСК-анализа связана с ИИ (искусственным интеллектом) и была создана в период 2002 г. профессором Луценко Е.В. [6] с целью разрешения обширного диапазона задач, касающихся диагностики, типологии, прогнозирования, выявления, поддержания выработки и внедрения в практику решений и анализа моделируемой сферы предметного характера посредством анализа касающейся ее модели. Этот аналитический и методологический подход наделен инновационным характером, потому что предусматривает собственный набор инструментальных средств программного типа – универсальную аналитико-когнитивную систему под названием «Эйдос», которая позволяет определять закономерности в существующих информационных данных, изучать их и, руководствуясь этим, формировать потенциальные прогнозы.

В анализируемой совокупности в расчет брались морфологические признаки-критерии органов из категории «вегетативные»: форма и размер листьев и присущие плодам признаки «помологического» порядка: расцветка, величина, форма. Окраска, размер и форма плода – это основные критерии-признаки, характеризующиеся сортовым генотипом. Данные признаки подвержены значительному воздействию со стороны внешних, экзогенных факторов-условий, что обуславливает существенную вариативность в рамках одного сорта.

С целью классификации, были взяты признаковые индикаторы, являющиеся статичными для сорта, в частности, соотношение характерных для плода диаметра и высоты (индекс формы). Выбирались типовые плоды груши позднего и раннего периодов созревания по окраске, величине и форме для всех отдельно взятых сортов помологического порядка, отвечающие нормам и параметрам стандарта межгосударственного уровня (ГОСТ 21714-76 и ГОСТ 21713-76). С помощью АСК-анализа был исследован уровень разницы и схожести определяющих генотипы индикаторов. Сформированы семь когнитивно-системных и три статистические модели с выработанными систематизированными классовыми срезами по качественному и количественному оцениванию набора присущих генотипам груши критериев-признаков морфологического порядка.

Самую значительную степень достоверности обеспечила INF4-модель при интегративном показателе-критерии «Резонанс знаний». С использованием данной модели в полной мере разрешены задачи, касающиеся прогнозирования (идентификация, выявление, классификация и диагностика).

С целью определения выраженности взаимных связей в подвергаемой моделированию сфере предметного порядка осуществлено сопоставление

корреляционной связи в рамках различных групп, где действие фактора имело неопределенный характер. Для этого использован нейрон нелокального типа, который обладает связью с парой категорий рецепторов-признаков, выступающих причинными факторами, оказывающими на него влияние. Относительная выраженность воздействия признаков-рецептов определена в процентах.

Сформированный в рамках модели результат можно рассматривать в качестве отличной базы для классификации и идентификации анализируемых генотипов. Вся совокупность сформированной информации о выраженности взаимосвязи исследуемых признаков (удельный вес воздействия в комплексном наборе имеющихся у генотипа признаков, %) сведена в результативную табличную форму и графически выражена в гистограмме нормированного типа, которая раскрывает удельный вес всех отдельных взятых категорий в общей сумме. Соответствующая информация отображена на рисунке 1.

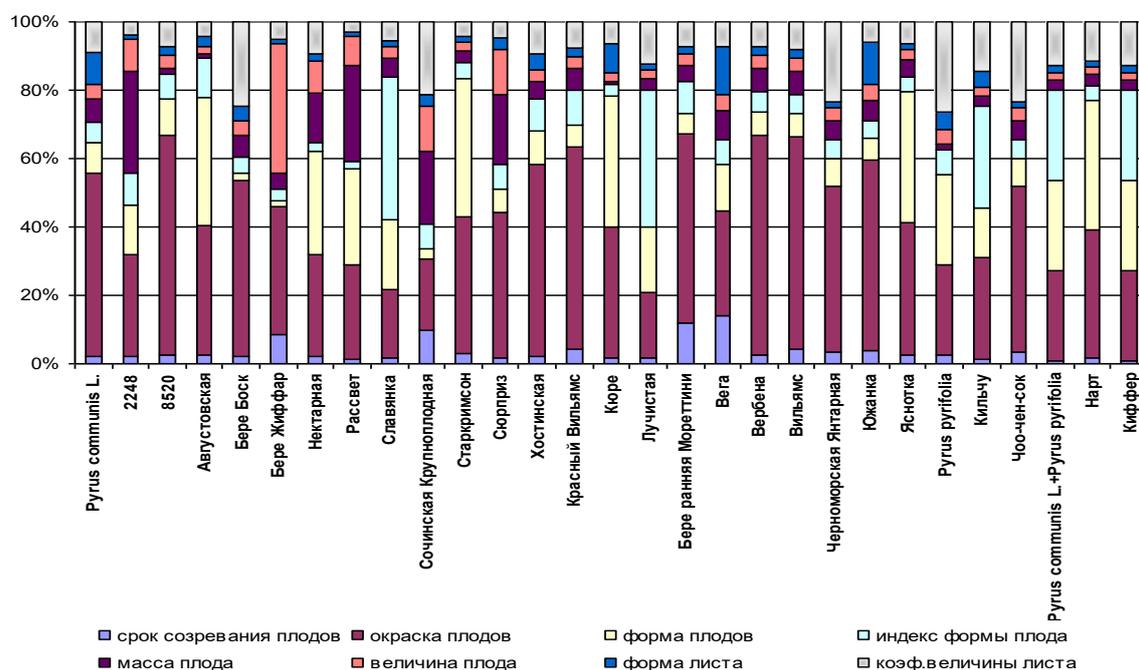


Рис. 1 Удельный вес морфологического признака в общем комплексе по классам (генотип, вид)

В частности, на основании итогов сформированной модели у сортов груши из категории «ранне-летние» по признаку-критерию «сроки созревания плодов» выраженности воздействия соответствовала величина от 22% до 46%. Это значение существенно больше величины индикаторов по категориям осенне-зимних и летних сортов и доказывается оцениванием существенности воздействия года (среды) и взаимодействий в системе «среда – генотип» 2-факторным анализом дисперсионного типа на уровне генотипического характера (вклад генотипа в формирование урожайности имеет существенное влияние ($P < 0,01$) для сортов ранне-летнего срока созревания (51,92%). Сорт Славянка (♀Деканка осенняя × ♂Бере Клержо) выделяется 100% силой влияния по признаку «индекс формы» как источник округлой формы плода.

Заключение

Вследствие осуществленного исследования было выявлено, что результаты АСК-анализа свидетельствуют о важности генотипа в структурном устройстве динамики морфологических фенотипических специфических свойств, поэтому его, возможно, успешно применять в рабочем селекционном процессе в целях определения удельного веса воздействия всех отдельно взятых признаков морфологического порядка и их выражения в генотипе.

Из приведенной выше информации следует, что сформированная модель для классификации, идентификации, характеристики и диагностики присутствующих в составе коллекции гибридов, форм и сортов груши, на базе заблаговременно установленных признаков морфологического порядка, позволяет отбирать и прогнозировать при конкретной садоводческой системе как «исходного» материала для селекции по повышенным товарным и иным значимым качествам, так и типологии сортов на основании плодов конкретной величины и формы.

Благодарность

Исследования проведены по теме государственного задания «0492-2021-0009 Изучение механизмов наследования значимых признаков и создание новых высокоэффективных сортов субтропических и цветочно-декоративных культур по комплексу хозяйственно-ценных признаков»

Список литературы

1. Бандурко И.А. Селекция груши на Майкопской опытной станции ВИР: матер. науч.-метод. конф. (Орёл, 31 июля – 3 августа 2001 г.). – Орёл: ВНИИСПК, 2001. – С. 7-8.
2. Ерёмин Г.В. и др. Общая и частная селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур: учебник для вузов. – М.: Мир, 2004. – 422 с.
3. Киселёва Н.С. Выделение ценных генотипов по степени близости к модели в сравнительной оценке коллекции сортов и гибридов груши // Селекция и сорторазведение садовых культур. Конкурентоспособные сорта и технологии для высокоэффективного садоводства: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 170-летию ВНИИСПК (02-05 июня 2015 г.). – Орел: ВНИИСПК, 2015. – С. 97-100.
4. Киселёва Н.С. Количественная оценка качества плода для селекции груши // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2015. – № 52. – С. 41-48.
5. Комплексная программа по селекции семечковых культур в России на 2001-2020 гг.: Постановление межд. науч.-метод. конф. «Основные направления и методы селекции семечковых культур» (Орел, 31 июля-3 авг. 2001 г.). – Орел: ВНИИСПК, 2003. – 30 с.
6. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и её применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2002. – 605 с.
7. Луценко Е.В. Проблемы и перспективы теории и методологии научного познания и автоматизированный системно-когнитивный анализ как автоматизированный метод научного познания, обеспечивающий содержательное феноменологическое моделирование // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2017. – № 03(127). – С. 1-60. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/01.pdf>

8. *Можар Н.В.* Совершенствование сортимента груши на основе конкурентоспособного генофонда // Научные труды СКЗНИИСиВ. – 2016. – Т. 9. – С. 71-77.
9. Программа и методика сортоизучение плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
10. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года / под ред. Егорова Е.А. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. – С. 57–59.
11. Программа селекционных работ по плодовым, ягодным, цветочно-декоративным культурам и винограду Союза селекционеров Северного Кавказа на период до 2010 г. / отв. ред.: Еремин Г.В., Луговской А.П. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2005. – Т. 1. – 342 с.
12. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. – 569 с.
13. *Щеглов С.Н.* Применение биометрических методов для ускорения селекционного процесса плодовых и ягодных культур. – Краснодар: СКЗНИИСиВ; Кубанский гос. ун-т., 2005. – 106 с.
14. *Alston F.H.* Strategy for apple and pear breeding // Improving vegetatively propagated crops. – 1978. – P. 113-123.
15. *Hanter D.M.* Pear breeding for the 21 st century-program and progress at Harrow // Acta Horticulturae 338. – 1993. – P. 377-383.

Статья поступила в редакцию 02.07.2023 г.

Kiseleva N.S. Application of a non-local neural network in innovative system cognitive analysis and intelligent system "Eidos" for solving the problems of forecasting in pear breeding for specified traits // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens. – 2023. – № 148. – P. 30-35.

The information obtained in the framework of research work is displayed, in which a non-local neural network was used in ASC-analysis (system-cognitive analysis) and the software tools provided for it - an IS (intelligent system) called "Eidos", designed to resolve the whole complex tasks related to forecasting (identifying hybrids and cultivars present in the collection, recognition, typology, diagnostics) and determining the mutual relationships that exist between morphological traits (leaf shape and size, fruit shape, weight, size, index) in breeding for given traits. Detailed analytical work was carried out regarding the level of difference and similarity that determines genotypes. Class samples subjected to systematization by quantitative/qualitative assessment of the commonality of morphological traits associated with pear genotypes have been developed. Neurons of a non-local type were used to describe the severity of the relationship between the analyzed features of the genotypes inherent in a given culture. The formed model, based on the established signs of the morphological order, makes it possible to select and predict, under a specific horticultural system, both the "source" material for breeding for increased commercial and other significant criteria-criteria, and the typology of varieties for fruits of a specific size and shape.

Key words: *pear; grade; genotype; breeding; connection strength; automated system-cognitive analysis (ASC-analysis)*