

УДК 582.734.3+581.45:581.192

## Оценка внутривидовой изменчивости биоэкологических показателей листьев (на примере сортов *Pyrus communis* L.)

### Concerning the intraspecific variability of bioecological leaf parameters (on the example of *Pyrus communis* L. cultivars)

Петрова А. Б.<sup>1</sup>, Кузнецов А. А.<sup>2</sup>

Petrova A. B.<sup>1</sup>, Kuznetsov A. A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева, ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086, Россия. E-mail: viksian@yandex.ru

<sup>1</sup>Samara National Research University, Moskovskoe shosse, 34, Samara, 443086, Russia

<sup>2</sup>Государственное бюджетное учреждение Самарской области Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулёвские сады», Московское шоссе, 18 км, 443072, Россия. E-mail: golden-apple08@mail.ru

<sup>2</sup>Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhiguliovskye Sady», Moskovskoe shosse, 18 km, Samara, 443072, Russia

**Реферат.** Представлены результаты трехлетнего (2012–2014 гг.) изучения внутривидовой изменчивости структурно-функциональных особенностей листьев для 25 сортов груш, рекомендуемых для садоводства Самарской области. Изучены накопление золы, содержание фотосинтетических пигментов, значения показателя массы единицы площади листа для сортов, имеющих различные сроки созревания, в сезонной динамике и в зависимости от погодных условий вегетационных периодов.

**Summary.** The results of a three-year (2012–2014) are presented in study of intraspecific variability of structural and functional features of the leaves for 25 cultivars of pear, recommended for gardening in Samara region. The accumulation of ash, content of photosynthetic pigments, the values of weight per unit of leaf area of cultivars with different ripening are studied. These parameters are considered in the seasonal dynamics and depending on weather conditions of vegetation periods.

#### Введение

Плоды груши представляют собой источник комплекса биологически активных веществ, необходимых в здоровом питании (Lo, 2012). В мире среди культивируемых сочных плодов груша делит с ананасом по объему плодовой продукции шестое место в десятке лидеров (Varat et al., 2010).

Несмотря на давнюю историю выращивания груши в России и наличие как традиционных, так и современных сортов, рекомендуемых для различных агроклиматических условий, данная культура не заняла подобающего места по объему отечественного производства плодов. В Самарской области хозяйства, занимающиеся промышленным садоводством, ограничивают ассортимент семечковых сортами яблони и практически не выращивают груши. Расширяя ассортимент плодов, доступных населению, следует внедрить данную культуру для выращивания не только садоводами-любителями, но и в промышленных масштабах. Незаменимыми в этом отношении являются районированные, устойчивые в местных условиях и урожайные сорта, в том числе созданные селекционерами плодовых культур Самарской области.

Наше исследование было связано с оценкой биоэкологических особенностей листьев и являлось частью комплексного изучения сортов груши, создаваемых НИИ «Жигулевские сады» и рекомендуемых для Самарской области.

#### Методика

Образцы листьев груш 25 сортов местной селекции с различными сроками созревания плодов, созданные селекционерами плодовых культур Самарской области и проходящие сортоизучение в НИИ

«Жигулевские сады»: ‘Александра’, ‘Болеро – 1’, ‘Болеро’, ‘Воложка’, ‘Волшебница’, ‘Галиана’, ‘Герда’, ‘Даренка’, ‘Жигулинка’, ‘Журавлинка’, ‘Краса Жигулей’, ‘Кристина’, ‘Лакомка’, ‘Лебедушка’, ‘Маршал Жуков’, ‘Осенняя крупная’, ‘Ранняя’, ‘Румяная Кедрина’, ‘Самарская Зимняя’, ‘Самарская красавица’, ‘Самарянка’, ‘Скромница’, ‘Средневолжская’, ‘Усолка’, ‘Чижевская’ (Лучшие сорта..., 2013), отбирались А. А. Кузнецовым ежемесячно с июня по сентябрь в вегетационные периоды 2012, 2013 и 2014 гг., помещались в отдельные для каждого сорта пластиковые пакеты, снабженные этикетками, и немедленно передавались для последующего лабораторного изучения. Из отобранных листьев каждого сорта часть использовали для высушивания с последующим размолотом в лабораторной мельнице. Этот материал в дальнейшем использовали для количественного определения фотосинтетических пигментов. Высушенные неразмолотые пробы фитомассы были использованы для определения содержания неорганического компонента (зольных веществ) методом сухого озоления в муфельной печи при + 400 °С. Часть листьев каждого сорта также высушивалась в расправленном состоянии для оценки массы единицы поверхности. Первичные данные по каждому показателю и образцу (в 3–5-кратной повторности) были обработаны математически с использованием пакета Excel. Помимо базовой математической обработки с вычислением общепринятых статистических показателей, выполнили расчет коэффициентов парной корреляции для оценки взаимосвязи показателей листьев 2014 г. для сортов летних и осенне-зимних сроков созревания.

### Результаты и их обсуждение

Как известно, климатические условия Самарской области формируются под влиянием воздушных масс суши и представляют собой континентальный климат умеренных широт. Его неотъемлемая черта – засушливость, высокая континентальность, большая изменчивость по годам, в первую очередь по количеству выпадающих осадков. Для погодных условий региона характерно жаркое, солнечное лето (среднемесячная температура июля + 20,4 °С), холодная и продолжительная зима (средняя температура января – 13,5 °С), умеренное количество осадков. Каждый третий, иногда каждый второй год наблюдается летняя засуха различной продолжительности. Возникновение засушливых условий в весенне-летне-осенний период в зависимости от года бывает выражено либо сравнительно кратким отрезком вегетационного периода, сроки наступления которого год от года не совпадают, либо может захватить почти весь вегетационный период. Напротив, вегетационные периоды могут характеризоваться избытком осадков на всем либо почти на всем протяжении. При этом количество выпадающих осадков может многократно превысить среднегодовую норму, а температурные условия будут соответствовать формированию суммы активных температур, существенно отстающей от уровня нормы. Изменчивость погодных условий, обеспечивающая непредсказуемость каждого наступающего вегетационного периода, делает обязательным использование в садоводстве Самарской области устойчивого посадочного материала местного происхождения, а также обеспечивает актуальность работы по выведению устойчивых высокопродуктивных сортов и детальному испытанию сортов, выведенных в других регионах. Создание и испытание сортов должно сопровождаться углубленным изучением их экофизиологических особенностей, связанных с устойчивостью к комплексу неблагоприятных явлений (засухо-, жаростойкость, морозостойкость, зимостойкость) (Перспективные сорта ..., <http://agrarnyisector.ru/sadovodstvo/>).

Показатели листьев различных сортов груши анализировались нами как собственно в отношении их значений – в плане внутривидовой изменчивости, так и с учетом влияния сезонных особенностей различных периодов вегетации. Вкратце их можно охарактеризовать следующим образом: вегетационный период 2012 г. характеризовался значительным объемом выпавших осадков, дефицита влаги практически не наблюдалось, обильное выпадение осадков в осенний период способствовало полноценной подготовке растений к перезимовке.

В 2013г. жаркая погода весной способствовала быстрому прохождению начальных фаз вегетации, позднее развитие растений затруднил июньский дефицит влаги, обильное выпадение осадков в августе – сентябре и длительное сохранение положительных температур способствовали затягиванию завершения вегетационного периода. Переход температур через 0 °С произошел лишь в конце ноября, что ослабило защищенность зимующих побегов, особенно у косточковых культур, которые на следующий год существенно сократили урожай либо продемонстрировали сильные повреждения годичных

побегов (абрикос). Прохладная затяжная весна 2014 г. сменилась летним периодом с заметной выраженностью влагодефицита в июле и особо засушливой осенью, когда в сентябре практически не выпало осадков. Эти различия погодных условий не могли не отразиться на оценивавшихся нами показателях фитомассы. Мы учитывали их, сопоставляя показатели листовой массы изучавшихся объектов для различных лет (Кавеленова, 2014).

В дальнейшем, сравнивая показатели для различных лет исследований, мы условно оценивали вегетационный период 2012 г. как наиболее благоприятный, а 2013 и 2014 гг. – периоды с различной выраженностью стрессовых условий для древесных растений.

Зольность листьев различных сортов груш обнаружила колебания в зависимости от года, месяца, сортовой принадлежности, при этом минимальный показатель за весь период наблюдений составил 2 %, максимум – 13,1 % при варьировании средних значений в диапазоне от 4,7 до 10,3 %, что вполне соответствует диапазону показателей зольности для листьев древесных растений местных видов и интродуцентов. Сезонная динамика зольности листьев имела наиболее «типичный» характер со среднелетним максимумом и осенним снижением для 2012 г., когда погодные условия были наиболее благоприятными для растений. Повышенная зольность листьев в осенний период 2013 отражала «затянутость» вегетации, обусловленную особенностями погоды, осенью 2014 г. Она проявилась на фоне роста изменчивости показателя и, вероятно, была проявлением реакции на стрессовые условия. Показатели зольности листьев не различались существенно у сортов с разными сроками созревания плодов. Мы выяснили, что у «сортов - родственников», даже полученных от одной и той же родительской пары 'Воложка x Любимица Клаппа' сортов 'Галиана' и 'Любимица Кедрина', отмечаются различия уровня и сезонной динамики зольности. Это можно объяснить тем фактом, что каждый современный сорт плодового растения является сложным гибридом с уникальным набором генов, в том числе кодирующих количественные признаки по варианту полимерии. Это мы можем предположить, поскольку зольность как показатель носит интегральный характер, определяемый одновременным присутствием в растительной ткани различных ионосвязывающих и иных активных биомолекул, а также ионов.

Минимальное количество фотосинтетических пигментов в течение всего вегетационного периода 2014 года наблюдалось у 'Осенней крупной' (позднелетний сорт). Среди осенне-зимних сортов данный показатель оказался у сорта 'Маршал Жуков' (позднелетний ранне-осенний сорт). Максимальное количество фотосинтетических пигментов наблюдалось у летнего сорта 'Ранняя'. Среди осенне-зимних сортов этот показатель достиг максимального значения у позднелетнего ранне-осеннего сорта 'Усолка'. В целом представленные несколькими сортами группы летних, позднелетних, осенних сортов характеризовались разным содержанием пигментов в листьях. Таким образом, скорость формирования плодов, связанная с интенсивностью процесса ассимиляции, не обнаруживает однозначной связи с содержанием фотосинтетических пигментов в листьях сортов груши. В группах сортов с различными сроками созревания плодов соотношения количеств хлорофиллов А и В колебались в пределах от 2 до 3,5 единиц и лишь у двух сортов достигали либо превышали уровень 4.

Соотношение между количествами хлорофиллов и каротиноидов для большинства сортов также было ограничено диапазоном 2–4, лишь 2 сорта имели показатель выше 4. Для большинства осенних и зимних сортов изменения соотношений между количествами пигментов по месяцам были выражены сильнее, чем в группе летних сортов.

Определение массы единицы площади листовых пластинок у сортов груш было выполнено для трех вегетационных периодов (2012, 2013 и 2014 гг.). Диапазон, в котором находились значения в разные сезоны, месяцы и у сортов разных сроков созревания, был ограничен значениями 5 и 15 мг/см<sup>2</sup>. У летних сортов показатель массы единицы площади листа был минимальным у сорта 'Воложка' (5 мг/см<sup>2</sup>), максимальное значение имел сорт 'Даренка' (15 мг/см<sup>2</sup>). В группе осенне-зимних сортов минимальное значение показателя было у сорта 'Усолка' (5 мг/см<sup>2</sup>), максимальное – у сорта 'Маршал Жуков' (15 мг/см<sup>2</sup>).

С помощью корреляционного анализа была установлена высокая (приближающаяся к линейной) положительная зависимость между количествами фотосинтетических пигментов – хлорофиллов А и В, хлорофиллов и каротиноидов, величина коэффициентов корреляции не различалась у групп сортов разных сроков созревания (от  $r = 0,88$  до  $r = 0,94$ ). У летних сортов особенности сроков созревания обнаружили среднюю положительную связь с величиной соотношения хлорофиллов А и В, для со-

ртовых особенностей была выявлена средняя (отрицательная) связь с содержанием всех фотосинтетических пигментов. Поскольку порядок сортов был произвольно установлен, в данном случае можно говорить о наличии некоторых количественных сортовых различий пигментного аппарата. Средняя, приближающаяся к высокой ( $r = -0,59$ ) корреляционная связь была выявлена для массы единицы площади листьев и месяца определения показателя, что соответствует отмеченному в литературе увеличению показателя по мере старения листовых пластинок. У осенних и зимних сортов отрицательная корреляционная связь была установлена для сроков созревания и количества всех пигментов ( $r = -0,34$  и  $-0,40$ ), близкие значения имела связь количеств пигментов и сортов, но, как ранее говорилось, их порядок в матрице мы устанавливали произвольно, в соответствии со сроками созревания плодов. В меньшей степени масса единицы площади листьев коррелировала с месяцами ( $r = 0,28$ ). Отличие от сортов летнего срока созревания, связь между месяцами и массой единицы площади листа была слабой ( $r = 0,28$ ). Для данной группы сортов выявлена средняя отрицательная связь между массой единицы площади и количеством всех пигментов ( $r = -0,33$  и  $-0,39$ ), а также количеством золы ( $r = -0,47$ ). Иными словами, у данных сортов выявлена тенденция к снижению содержания пигментов и зольных компонентов при увеличении склерофильности листовых пластинок.

Сохранение при стрессовых условиях (2013, 2014 гг.) структурно-функциональных показателей листьев (содержание зольного компонента, показателя массы единицы площади листа) на уровне условной нормы (2012 г.) было отмечено для сортов 'Журавлинка', 'Румяная Кедрина', 'Александра', к ним приближались сорта 'Александра', 'Жигулинка', 'Лебедушка', 'Скромница', 'Чижовская', 'Галиана', 'Волшебница', у сортов 'Самарянка' и 'Герда' при слабом снижении части показателей некоторые слабо повышались. Сорт 'Воложка' отличался возрастанием всех рассматриваемых показателей в условиях стрессовой нагрузки, что можно рассматривать как момент активного сопротивления, в котором задействованы внутренние ресурсы растения.

Таким образом, адаптивные изменения листового аппарата у различных сортов груш в стрессовых условиях продемонстрировали два варианта результатов – сохранение сортоспецифической «нормы» (полностью, 'Галиана', 'Волшебница', 'Самарянка' и 'Герда') либо перестройка структуры листа с повышением массы единицы плотности (сорта 'Даренка', 'Маршал Жуков', в меньшей степени – 'Краса Жигулей', 'Кристина', 'Журавлинка', 'Румяная Кедрина', 'Александра', на близком уровне – 'Александра', 'Жигулинка', 'Лебедушка', 'Скромница', 'Чижовская').

#### ЛИТЕРАТУРА

Кавеленова Л. М. Отчет по научно-исследовательской работе: Сравнительное изучение экофизиологических особенностей листьев клоновых подвоев для косточковых культур, сортов груши и земляники садовой. – Самара, 2014. – 27 с.

Лучшие сорта плодовых, ягодных культур и винограда селекции государственного бюджетного учреждения Самарской области НИИ садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады» – Самара: Изд-во Ас Гард, 2013. – 148 с.

Перспективные сорта яблонь для Самарской области. Опубликовано 21.01.2013 // Аграрный сектор. URL: <http://agrarnews.ru/sadovodstvo/o-yablonyakh/perspektivnye-yabloni-dlya-samarskojj-oblasti.html>

Bapat V. A., Trivedi P. K., Ghosh A., Sane V. A., Ganapathi T. R., Nath P. Ripening of fleshy fruit: Molecular insight and the role of ethylene // *Biotechnology Advances*. 2010. – Vol. 28. – P. 94–107.

Lo E. Y. Y., Donoghue M. J. Expanded phylogenetic and dating analyses of the apples and their relatives (*Pyraceae*, *Rosaceae*) // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2012. – Vol. 63. – P. 230–243.