

К СОЗДАНИЮ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ ГРУШИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*Pyrus communis* L.) В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ*

А.В. СОЛОНКИН, О.А. НИКОЛЬСКАЯ, Е.Н. КИКТЕВА, Е.В. СЕМИНЧЕНКО[✉]

Одно из важных направлений селекции семечковых культур в Нижнем Поволжье — создание сортов груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.) разного срока созревания с плодами высокого качества. Работа по созданию сортов семечковых культур, в частности груши, ведется в Федеральном научном центре агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (ФНЦ агроэкологии РАН) с использованием различных методов, включая межсортовую и межвидовую гибридизацию, а также целенаправленный отбор. В качестве родительских форм в селекционный процесс вовлекаются в основном высококачественные сорта европейского происхождения, но с пониженной устойчивостью к неблагоприятным климатическим факторам, и сорта местного происхождения с высокой устойчивостью, плодами среднего качества. Впервые в условиях Нижнего Поволжья на основании оценки качественных характеристик плодов новых сортов груши обыкновенной мы выявили наиболее ценные сорта для промышленного возделывания и использования в селекции. Цель работы — оценить качественные показатели новых и перспективных сортов и гибридов груши обыкновенной в условиях Нижнего Поволжья, выделить источники признаков качества плодов. Исследования проводились в 1999–2020 годах в коллекционных и селекционных насаждениях груши (ФНЦ агроэкологии РАН). Объектами служили новые и перспективные сорта и гибриды груши обыкновенной селекции ФНЦ агроэкологии РАН: Дубовская ранняя, Зимняя кубаревидная, Юбилейная Корнеева, Надежда, Андреевская, Докторская, Ордината, Лаванда, Омега, Память Корнеева, Капелла, Ракета, Позитивная, Фермата, Банкетная, Версия, Нектарная. Для определения качественных показателей отбирали полностью созревшие плоды в определенных частях дерева (раннеспелые сорта) или в местах хранения (сорта позднего срока созревания). Среднюю и максимальную массу одного плода определяли взвешиванием на лабораторных весах. Размер плодов определяли при помощи мерной линейки. Внешний вид оценивали визуально по пятибалльной шкале, вкус — по результатам дегустаций, проводимых по мере созревания плодов, по пятибалльной шкале. Количество растворимых сухих веществ определяли рефрактометрическим методом в соке, общую кислотность — титрованием водной вытяжки 0,1 н. раствором щелочи, содержание сахаров (сумма сахаров, моносахара, дисахара) — стандартным методом по Бертрану, количество пектина — карбазольным методом, основанным на взаимодействии карбазола с D-галактуроновой кислотой, содержание витамина С — титрованием шавелевокислых вытяжек красителем Тильманса (2,6-дихлорфенолиндофенол). Установлено, что наиболее крупные плоды (250 г и более) формировали сорта Память Корнеева, Позитивная, Капелла и Банкетная. Поскольку этот признак наследуется от родительских крупноплодных форм Оливье де Серр и Бахмал, то новые сорта, помимо высокой коммерческой привлекательности, с успехом могут использоваться в качестве источников при создании новых крупноплодных сортов груши разных сроков созревания. Отличным десертным сбалансированным вкусом (4,7–5 баллов) и привлекательным внешним видом плодов обладали сорта Память Корнеева, Нектарная, Фермата, превосходя по этим параметрам стандартные сорта. Источником высоких вкусовых качеств плодов указанных сортов служили прародительские формы Александрин Дульяр и Бере Гарди. Эти генотипы также могут быть использованы в качестве источников селекционно ценных признаков — высоких вкусовых и товарных качеств плодов. Содержание сахаров в плодах новых сортов груши варьировало от 8,9 до 15,5 % при наибольшем количестве в плодах сортов Докторская (15,48 %), Фермата (14,03 %), Версия (16,3 %) и Капелла (15,5 %). Эти же сорта имели и наиболее сбалансированный вкус за счет невысокого содержания кислоты. От биохимических показателей, помимо сбалансированного вкуса, также зависит возможность использовать плоды как в переработке, так и в качестве улучшителей готовой плодовой продукции. Для этих целей наиболее подходят новые сорта Ордината, Ракета, Капелла, Версия, Фермата. Таким образом, из всей линейки новых сортов груши можно особо отметить сорта Память Корнеева и Капелла, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков и пригодные не только для использования в промышленном производстве, но и для дальнейшей селекционной работы.

Ключевые слова: *Pyrus communis* L., груша, качество плодов, биохимический состав, селекция, новые сорта.

* Работа выполнена в рамках государственного задания № 122020100448-6 «Создание новых конкурентоспособных форм, сортов и гибридов культурных, древесных и кустарниковых растений с высокими показателями продуктивности, качества и повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, новые инновационные технологии в семеноводстве и питомниководстве с учетом сортовых особенностей и почвенно-климатических условий аридных территорий Российской Федерации».

При производстве плодородческой продукции особые требования предъявляются к качеству (1, 2). Большинство плодовых культур, к которым относятся и семечковые (яблоня, груша и др.), ценятся за вкус и привлекательный внешний вид плодов (3-5). При этом качественные сорта должны не только иметь плоды с хорошим или отличным вкусом и внешним видом, но обладать достаточной лежкостью (для сортов поздних сроков созревания), транспортабельностью, универсальностью использования, адаптивностью, а также обеспечивать высокий экономический эффект (6, 7).

Плоды груши всегда ценились за нежный сбалансированный вкус и гармоничное сочетание сахаров и кислот. Однако большинство сортов с высокими вкусовыми характеристиками плодов имеют слабую зимостойкость, что ограничивает их выращивание. Современные сорта плодовых, в том числе груши обыкновенной, характеризуются множеством показателей, отражающих качественные характеристики плодов, которые обусловлены генотипом сорта и степенью его реализации в соответствующих условиях выращивания и при определенной технологии возделывания (8-10). Вместе с тем в различных природно-климатических условиях плодам присущи не только определенная окраска, срок съемной и потребительской зрелости, но и специфический биохимический состав, определяющий их характерный вкус, а также возможность универсального использования (11, 12). Новые сорта, созданные в условиях, отличных от условий выращивания, практически всегда будут иметь иные, чем заявленные, качественные характеристики (13-15). Поэтому крайне важно вести селекционную работу либо подбор сортифта непосредственно к определенным условиям возделывания (16, 17).

Создание и подбор сортов груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.) с высококачественными плодами и высокой устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды — одно из важных направлений селекции этой культуры (18-20).

В селекции груши, направленной на повышение качества плодов, используются различные подходы и методы гибридизации, такие как простые и сложные скрещивания, внутривидовая, отдаленная гибридизация, искусственный мутагенез и т.д. (19, 21). Один из современных подходов при создании новых генотипов — использование в программах источников и доноров селекционно ценных признаков таким образом, чтобы добиться сочетания основного (донорского) признака с другими положительными свойствами (19, 22, 23).

По данным многих отечественных и зарубежных исследователей, плоды груши в зависимости от сорта и условий произрастания содержат до 85 % воды, от 10 до 25 % сухих веществ, от 8 до 15 % сахаров, преимущественно в виде фруктозы, глюкозы и сахарозы (при этом в количественном отношении в зависимости от сорта могут преобладать как моносахара глюкоза, фруктоза, так и дисахарид сахароза), от 0,05 до 0,5 % кислот (преимущественно лимонная и яблочная), а также пектины и дубильные вещества (24, 25).

Для южной зоны плодородства Российской Федерации модель нового сорта груши обыкновенной должна отвечать следующим показателям или превосходить их хотя бы по одному параметру: средняя масса плода — 150-250 г и выше (показатели лучших районированных сортов зоны — 130-180 г); качество плодов — 4,7-4,8 балла (4,6 балл), урожайность — 25-30 т/га (20-25 т/га) (4, 37, 43). В последнее время перед селекционерами стоит задача создания сортов со следующими показателями биохимического состава

плодов: сахара — 11-14 %, кислоты — 0,2-0,5 %, аскорбиновой кислоты — 8-12 мг/100 г, Р-активные вещества — 250-300 мг/100 г (20, 26).

Впервые в условиях Нижнего Поволжья на основании оценки качественных характеристик плодов новых сортов груши обыкновенной мы выявили наиболее ценные сорта для промышленного возделывания и использования в селекции.

Цель работы — оценить качественные показатели новых и перспективных сортов и гибридов груши обыкновенной в условиях Нижнего Поволжья, выделить источники признаков качества плодов.

Методика. Исследования проводились в 1999-2020 годах в Федеральном научном центре агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (ФНЦ агроэкологии РАН) в коллекционных и селекционных насаждениях груши. Объектами служили новые и перспективные сорта и гибриды груши обыкновенной селекции ФНЦ агроэкологии РАН: Дубовская ранняя, Зимняя кубаревидная, Юбилейная Корнеева, Надежда, Андреевская, Докторская, Ордината, Лаванда, Омега, Память Корнеева, Капелла, Ракета, Позитивная, Фермата, Банкетная, Версия, Нектарная. В основу селекционной работы по улучшению сорта груши в Нижнем Поволжье был положен метод целенаправленной межсортной гибридизации и последующего отбора с использованием местных адаптивных и западноевропейских сортов (8, 9).

Для определения качественных показателей отбирали полностью созревшие плоды в определенных частях дерева (раннеспелые сорта) или в местах хранения (сорта позднего срока созревания) в четырехкратной повторности (26, 27). Среднюю и максимальную массу одного плода определяли взвешиванием на лабораторных весах общего назначения Radwag PS 1200.R2 («Radwag», Польша). Размер плодов определяли при помощи мерной линейки. Внешний вид оценивали визуально по пятибалльной шкале, где 5 баллов — плоды крупные, с красивой окраской и правильной формы, 1 — плоды очень плохие, от 4 до 2 — промежуточные показатели (27). Вкус плодов оценивали по результатам дегустаций, проводимых по мере созревания плодов, по пятибалльной шкале, где 5 — отличный десертный вкус, 1 — очень плохой вкус, плоды несъедобные.

Количество растворимых сухих веществ определяли рефрактометрическим методом в соке (рефрактометр ИРФ-454 Б2М, ОАО «Казанский оптико-механический завод», Россия) (ГОСТ 28562-90. М., 2010). Общую кислотность оценивали титрованием водной вытяжки 0,1 н. раствором щелочи (коэффициент пересчета на яблочную кислоту — 0,0067, на лимонную — 0,0064) при помощи настольного рН-метра ОНАУС ST3100-F с отдельным держателем электрода, пластиковым обслуживаемым рН-электродом ST310 «3 в 1» («ОНАУС», Китай), использовали лабораторные весы ВЛТЭ-310 (НПП «Госметр», Россия), водяную баню ЛТ-6 («LabTech», Китай) (ГОСТ 25555.0-82, пункт 4. М., 2010).

Содержание сахаров (сумма сахаров, моносахара, дисахара) определяли стандартным методом по Бертрану, основанным на восстановлении инвертным сахаром окисной формы меди в закисную в растворе Фелинга. Закисную форму меди переводили в окисную с помощью сернокислой окиси железа. Образовавшуюся закись железа количественно определяли перманганатометрически. Использовали лабораторные весы ВЛТЭ-210 (НПП «Госметр», Россия), лабораторные весы общего назначения Radwag PS 1200.R2 («Radwag», Польша), водяную баню ЛТ-6 («LabTech», Китай) (ГОСТ 13192-73. М., 2011).

Содержание пектина определяли карбазольным методом, основанным на взаимодействии карбазола с D-галактурановой кислотой. Пектиновый раствор подкисляли серной кислотой до pH 1,0-1,5. Затем пектины осаждали подкисленным этиловым спиртом-ректификатом с pH 4,7-4,8. Образовавшийся осадок отделяли центрифугированием на лабораторной центрифуге DSC-200D («DIGI System», Тайвань) при скорости 3000 об/мин. в течение 10 мин и промывали подкисленным спиртом. Промытый осадок гидролизovali концентрированной серной кислотой, добавляли 0,2 % спиртовой раствор карбазолового реактива и проводили замер оптической плотности при $\lambda = 535$ нм с зеленым фильтром (спектрофотометр ПЭ-5300ВИ, ООО «Измерительная техника», Россия).

Содержание витамина С (аскорбиновой кислоты) определяли титрованием шавелевокислых вытяжек красителем Тильманса (2,6-дихлорфенолиндофенол) при помощи следующего оборудования: лабораторные весы ВЛА-220С (НПП «Госметр», Россия), лабораторные весы общего назначения Radwag PS 1200.R2 («Radwag», Польша), гомогенизатор Precellys®24 («Bertin Technologies» Франция), pH-метр ST3100-F («ОНАУС», Китай), магнитная мешалка (до 2 л, 380 °С, 1600 об/мин) («STEGLER», Китай; ГОСТ 24556-89. М., 2003).

Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли согласно рекомендациям (26) с использованием Microsoft Excel и пакета STATISTICA 7.0 («StatSoft, Inc.», США). Вычисляли средние значения (M), и стандартные отклонения ($\pm SD$).

Результаты. Работа по селекционному улучшению груши обыкновенной в Нижневолжском регионе началась в 1950-х годах селекционерами В.А. Корнеевым, Р.В. Корнеевым и Л.К. Жуковой. На начальных этапах проводилось изучение различных сортов груши и выявление ценных для дальнейшей селекции форм (8, 9). С начала 1980-х годов и по настоящее время в ФНЦ агроэкологии РАН (до 2016 года в Нижне-Волжском НИИ сельского хозяйства) продолжается работа по селекционному улучшению и сортоизучению плодовых культур (в том числе груши обыкновенной) различного происхождения (8, 9, 12).

Для объективной характеристики перспективного сорта оценивается ряд качественных признаков: товарность плодов (величина, вкус, одномерность), химико-технологические характеристики (биохимический состав), а также пригодность для переработки, хранения и транспортировки. Известно, что качественные характеристики плодов — это сортовой признак, который контролируется полигенно (23, 27, 28). Вместе с тем на варьирование качественных показателей существенное влияние могут оказывать агроклиматические характеристики года и условия выращивания. В связи с этим для объективной оценки качества требуется проведение многолетних (4 и более лет) исследований и минимум пять лет плодоношения.

Изучение качественных характеристик плодов груши (табл. 1) позволило нам выделить наиболее востребованные крупноплодные сорта с плодами массой более 180 г, которые оказались в основном поздними: Зональная, Докторская, Капелла, Память Корнеева, Банкетная, Позитивная, Нектарная, Зимняя кубаревидная, Версия. При этом указанные формы по величине плодов превысили стандартные сорта. Из ранних сортов в группу крупноплодных не вошел ни один сорт.

Среди крупноплодных сортов были выделены формы с очень крупными плодами: Память Корнеева, Позитивная, Капелла, Банкетная (см. табл. 1). Эти сорта наследовали признак крупноплодности от родительских

форм — сортов с очень крупными плодами Бахмал и Оливье де Серр. Признак контролируется полигенно и практически всегда проявляется у части потомства, в связи с чем новые сорта, наряду со своими родительскими формами, также могут служить источником признака крупноплодности при создании новых сортов (29-31).

1. Характеристика плодов у перспективных сортов и гибридов группы обыкновенной (*Pyrus communis* L.) селекции ФНЦ агроэкологии РАН (г. Дубовка, Волгоградская обл., 1999-2020 годы)

Сорт	Характеристика плода				
	внешний вид, балл	вкус, балл	окраска	форма	срок созревания
Дубовская ранняя, st	4,5	4,5	Желто-красная	Широко-грушевидная	Летний
Надежда	4,4	4,4	Зелено-желтая	Конусовидная	Поздне-летний
Зональная	4,5	4,5	Желто-зеленая	Широко-грушевидная	Ранне-осенний
Докторская	4,5	4,5	Буро-желтая	Конусовидная	Ранне-осенний
Андреевская	4,5	4,5	Желто-зеленая	Широко-грушевидная	Осенний
Лаванда	4,6	4,5	Желтая	Удлиненно-грушевидная	Осенний
Фермата	4,8	5,0	Зелено-желтая	Удлиненно-грушевидная	Осенний
Юбилейная					
Корнеева, st	4,3	4,3	Желто-зеленая	Широко-грушевидная	Осенний
Капелла	4,5	4,5	Красно-желтая	Широко-грушевидная	Осенний
Память Корнеева	4,6	4,6	Зелено-желтая	Широко-грушевидная	Осенний
Ракета	4,5	4,5	Желто-зеленая	Конусовидная	Осенний
Банкетная	4,5	4,5	Желто-зеленая	Округлая	Осенний
Позитивная	4,5	4,5	Желто-зеленая	Удлиненно-грушевидная	Поздне-осенний
Нектарная	4,6	5,0	Желто-зеленая	Конусовидная	Поздне-осенний
Омега	4,4	4,4	Желто-зеленая	Округлая	Поздне-осенний
Зимняя кубаревидная, st	4,4	4,4	Красно-желтая	Кубаревидная	Зимний
Ордината	4,4	4,4	Желто-зеленая	Плоско-округлая	Зимний
Версия	4,5	4,5	Буро-желтая	Широко-грушевидная	Зимний

Примечание. Дубовская ранняя — стандарт для сортов раннего срока созревания плодов, Юбилейная Корнеева — стандарт для сортов среднего срока созревания, Зимняя кубаревидная — стандарт для сортов позднего срока созревания.



Родословная сортов Фермата (А), Ордината (Б), Зимняя кубаревидная (В), Версия (Г) на основе генеалогического анализа (ФНЦ агроэкологии РАН, г. Дубовка, Волгоградская обл., 1999-2020 годы).

Наиболее привлекательный внешний вид, а также гармоничный, десертный вкус плодов отмечался у новых сортов Фермата, Память Корнеева, Нектарная. У них оценка внешнего вида плодов варьировала от 4,6 до 4,8 баллов, вкусовых характеристик — от 4,6 до 5,0 баллов (см. табл. 1). У сортов Память Корнеева и Нектарная источником высоких вкусовых качеств плодов послужили прародительские формы — сорта европейского происхождения Александрин Дульяр и Бере Гарди, которые передали хороший вкус и изысканный аромат. Сорт Фермата наследовал признак десертного вкуса и насыщенного аромата от своих родительских форм Вильямс, Любимица Клаппа и Лесная красавица (рис., А) (19). Вместе с тем эти сорта существенно превосходили по вкусовым и внешним характеристикам стандартные сорта.

Статистический анализ показал (табл. 2), что среди сортов раннего срока созревания плодов сорт Докторская отличался наибольшим средним значением массы плода (182,6 г), а минимальные показатели отмечены у сорта Надежда (121,3 г) (см. табл. 2). У сортов с плодами среднего срока созревания лидировал сорт Банкетная (222,1 г) (это значение было максимальным среди всех изучаемых сортов). Вместе с тем минимальные показатели величины плодов среди всего изучаемого сортимента наблюдались у сорта Фермата (102,7 г). У сортов с плодами позднего срока созревания наилучший показатель был отмечен у сорта Позитивная (194,1 г), минимальный — у сорта Ордината (149,1 г). Среднее значение массы плода варьировало от 102,7 до 222,1 г в зависимости от сорта. Стандартное отклонение коэффициента вариации не превышало 10 %, что свидетельствует о незначительной изменчивости величин. Точность опыта сохранялась в пределах допустимых величин.

2. Статистические показатели массы плода перспективных сортов груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.) селекции ФНЦ агроэкологии РАН (г. Дубовка, Волгоградская обл., 1999–2020 годы)

Сорт	min	max	<i>M</i>	Q ₁	Me	Q ₃	±SD	Точность опыта, %
Сорта раннего срока созревания плодов								
Дубовская ранняя, st	109,0	150,0	128,5	115,0	130,0	140,0	1,13	0,38±0,08
Надежда	85,0	151,0	121,3	108,0	125,0	141,0	1,23	0,40±0,25
Зональная	106,0	215,0	176,5	164,0	180,0	191,0	1,21	0,28±0,06
Докторская	95,0	215,0	182,6	177,0	192,0	200,0	1,07	0,27±0,06
Сорта среднего срока созревания плодов								
Андреевская	109,0	181,0	139,5	115,0	130,0	153,0	1,20	0,35±0,07
Лаванда	75,0	180,0	110,0	81,0	109,0	120,0	1,32	0,44±0,09
Фермата	80,0	150,0	102,7	87,0	92,0	123,0	1,24	0,48±0,01
Юбилейная Корнеева, st	89,0	160,0	118,4	98,0	109,0	145,0	1,24	0,42±0,09
Капелла	125,0	320,0	217,3	148,0	208,0	260,0	1,40	0,22±0,05
Память Корнеева	175,0	350,0	221,8	180,0	200,0	250,0	1,28	0,22±0,05
Ракета	122,0	180,0	152,2	128,0	148,0	176,0	1,18	0,32±0,07
Банкетная	115,0	313,0	222,1	166,0	233,0	261,0	1,38	0,22±0,05
Сорта позднего срока созревания плодов								
Позитивная	115,0	285,0	194,1	135,0	185,0	285,0	1,43	0,25±0,05
Нектарная	132,0	217,0	175,5	140,0	180,0	207,0	1,22	0,28±0,06
Омега	115,0	195,0	164,5	150,0	161,0	185,0	1,18	0,30±0,06
Зимняя кубаревидная, st	108,0	214,0	167,1	134,0	172,0	198,0	1,29	0,29±0,06
Ордината	105,0	195,0	149,1	112,0	143,0	187,0	1,27	0,33±0,07
Версия	126,0	195,0	161,0	142,0	166,0	190,0	1,18	0,30±0,06

Примечание. min, max — минимальное, максимальное значения показателей, *M* — среднее значение, Q₁, Q₃ — квартили, Me — медиана, SD — стандартное отклонение.

Окраска плодов — важная товарная и эстетическая характеристика сорта. Плоды большинства изучаемых сортов имели в качестве основной зеленовато-желтую окраску. Покровная окраска при этом либо полностью отсутствовала, либо присутствовала в виде небольшого красного румянца. При изучении новых и перспективных сортообразцов наиболее яркая

окраска формировалась на плодах сортов Дубовская ранняя (желтая с красным румянцем на большей части плода), Капелла (желтая с ярким карминным румянцем на половине плода), Докторская (ярко-желтая с буро-оржавленной окраской на большей части плода), Версия (золотисто-оржавленная).

Одна из характерных особенностей сорта — срок созревания плодов. Наибольшую ценность имеют сорта с плодами позднего срока созревания, способные храниться длительное время. Среди изучаемых сортов с плодами поздне-осеннего и зимнего сроков потребления и продолжительного периода хранения, выделилось три: Зимняя кубаревидная, Ордината и Версия. Указанный признак контролируется полигенно и наследуется от родительских либо прародительских форм (27). Генеалогический анализ показал вероятную наследственность признака у сорта Ордината от родительских и прародительских сортов Оливье де Серр и Сеянец Киффера, имеющих плоды позднего срока созревания (см. рис., Б) (19, 21, 32). У сортов Версия и Зимняя кубаревидная не было прямых родительских форм с плодами позднего срока созревания, однако присутствовал потенциально способный передавать признак позднего созревания плодов неизвестный отцовский сорт (или группа сортов) (см. рис., В, Г) (19).

Сбалансированный вкус свежих плодов определяется биохимическим составом, который также относится к сортовым признакам и передается по наследству (27, 33). Однако в зависимости от климатических условий года выращивания содержание сахара, сухих веществ и кислоты у одних и тех же сортов может варьировать.

3. Биохимический состав плодов у перспективных сортов груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.) селекции ФНИЦ агроэкологии РАН ($M \pm SD$, $n = 10$; г. Дубовка, Волгоградская обл., 1999–2020 годы)

Сорт	Сухое вещество, %	Сахар, %	Титруемая кислота, %	Сахарокислотный индекс	Витамин С, мг/100 г сырой массы	Пектин, % на сухую массу
Сорта раннего срока созревания плодов						
Дубовская ранняя, st	14,1±0,4	11,1±0,1	0,2±1,70	50,5±12,0	3,2±0,9	5,6±0,48
Надежда	13,8±0,4	11,2±0,1	0,2±1,60	46,7±11,9	4,1±0,9	6,2±0,5
Зональная	15,2±1,1	11,7±0,01	0,1±0,40	83,6±2,1	3,7±0,4	6,5±0,5
Докторская	21,3±1,0	15,5±0,02	0,3±0,90	53,4±2,8	3,8±0,4	6,8±1,1
Сорта среднего срока созревания плодов						
Андреевская	16,7±0,5	9,1±0,5	0,4±0,10	24,5±5,2	7,9±3,0	7,4±1,2
Лаванда	16,9±0,5	9,2±0,6	0,1±0,02	82,1±13,3	7,4±0,4	8,1±1,3
Фермата	17,9±0,3	14,0±1,4	0,5±0,04	29,8±1,8	4,1±0,3	4,5±0,4
Юбилейная Корнеева, st	12,6±0,6	8,9±1,7	0,1±0,02	127,1±21,2	3,8±0,8	7,4±1,2
Капелла	18,7±0,4	15,5±1,0	0,3±0,01	55,5±3,1	2,6±0,3	8,1±1,3
Память Корнеева	17,5±1,8	10,9±0,9	0,3±0,10	35,0±10,4	3,1±6,7	5,9±0,8
Ракета	18,8±1,2	13,0±1,4	0,3±0,10	48,3±14,6	3,8±0,5	8,1±1,3
Банкетная	18,2±0,2	11,9±1,4	0,3±0,01	44,1±13,9	4,0±0,1	6,5±1,0
Сорта позднего срока созревания плодов						
Нектарная	18,4±0,8	13,9±1,4	0,4±0,02	33,0±2,9	3,6±0,4	6,5±1,1
Позитивная	17,6±0,3	11,8±1,8	0,4±0,10	33,6±1,3	3,8±0,5	6,8±1,2
Омега	15,6±0,5	9,2±0,1	0,4±0,10	26,0±5,8	3,2±0,2	6,9±1,2
Зимняя кубаревидная, st	14,4±1,3	10,8±1,5	0,2±0,10	63,5±22,7	4,6±2,1	6,9±1,2
Ордината	18,1±0,8	12,6±1,4	0,3±0,10	50,4±11,0	3,8±0,7	7,3±1,1
Версия	19,6±0,3	16,3±0,6	0,2±0,02	67,9±2,8	3,0±0,2	6,2±1,0
НСР05	0,85	0,6	0,013		0,21	0,34

Для технической переработки лучше подходят сорта груши с повышенной кислотностью (более 0,35 %) и терпким вкусом. Из сладкоплодных сортов, обладающих десертным вкусом, практически не получается качественных консервов (23, 27). Среди изучаемых сортов груши наиболее подходят для изготовления консервированных компотов сорта Андреевская (0,37 %), Фермата (0,47 %) и Омега (0,39 %) (табл. 3).

Вместе с тем сок груши с высоким содержанием моно- и полисахаров глюкозы, фруктозы и сахарозы в западных странах служит сырьем для

производства ароматизированных соков и вин (21, 34, 35). Наиболее подходят для этих целей сорта с содержанием суммы сахаров более 12 % и содержанием кислоты менее 0,3 %. У новых сортов груши Докторская, Капелла, Ракета, Ордината и Версия, обладающих повышенным содержанием сахаров в соке и пониженным количеством кислоты, плоды также могут быть пригодны для добавления в качестве ароматизаторов и улучшителей вкуса в соки других плодов и ягод (см. табл. 3).

Содержанием аскорбиновой кислоты плоды практически всех сортов груши обыкновенной небогаты. Не стали исключением и сорта селекции ФНЦ агроэкологии РАН. В среднем в их плодах содержание аскорбиновой кислоты находилось в пределах от 2,6 мг/100 г (Капелла) до 4,6 мг/100 г (Зимняя кубаревидная). Однако в плодах сортов Андреевская и Лаванда отмечалось более высокое содержание аскорбиновой кислоты — соответственно 7,9 и 7,4 мг/100 г (см. табл. 3).

По количеству пектиновых веществ плоды груши уступают плодам яблони. В плодах изучаемых сортов содержание пектиновых веществ варьировало в пределах 4,5-8,1 % на сухую массу. Наибольшее содержание регистрировали в плодах сортов Лаванда, Капелла, Ракета (см. табл. 3).

Анализ матрицы парных коэффициентов корреляции показал, что результативный показатель наиболее тесно связан у сортов раннего срока созревания плодов: Надежда — тесная корреляционная связь между кислотностью и сахаром ($r = 0,71$, $p = 0,021$); Докторская — тесная связь между сахарокислотным индексом и сахаром ($r = 0,80$, $p = 0,005$), сухим веществом и витамином С ($r = 0,79$, $p = 0,006$), Дубовская ранняя (st) — тесная связь между кислотностью и сахарокислотным индексом ($r = 0,73$, $p = 0,016$). Среди сортов среднего срока созревания плодов выделялся сорт Фермата, имеющий умеренную связь между показателями кислота и сахар ($r = 0,67$, $p = 0,034$), сахарокислотный индекс и кислота ($r = 0,64$, $p = 0,044$), витамин С и сахарокислотный индекс ($r = 0,69$, $p = 0,028$) и тесную корреляционную связь между сахарокислотным индексом и содержанием сахаров ($r = 0,76$, $p = 0,012$). Среди сортов позднего срока созревания плодов лидировали сорт Нектарная, имеющий тесную корреляционную связь между сахарокислотным индексом и сухим веществом; сахарокислотным индексом и сахаром; витамином С и кислотностью ($r = 0,74$, $p = 0,014$), и сорт Ордината, характеризующийся тесной связью между сахарокислотным индексом и сухим веществом ($r = 0,85$, $p = 0,001$); сахарокислотным индексом и кислотностью ($r = 0,78$, $p = 0,008$). Остальные изученные сорта имели либо слабую корреляционную связь, либо она отсутствовала.

Таким образом, результатом селекционной работы по груше обыкновенной в ФНЦ агроэкологии РАН стало создание новых форм с плодами, обладающими комплексом высоких вкусовых и потребительских качеств, обусловленных биохимическим составом и технологическими признаками плодов. Изучение новых сортов груши выявило формы, наиболее полно отвечающие современным требованиям к качественным характеристикам и биохимическому составу плодов. По величине плодов выделились сорта Память Корнеева, Позитивная, Капелла и Банкетная с плодами массой более 200 г, служащие источниками признака крупноплодности. Эти же сорта обладают и высокими вкусовыми качествами, а также сбалансированным биохимическим составом плодов. Помимо этих сортов, по вкусовым характеристикам и привлекательному внешнему виду выделились сорта Фермата и Нектарная. Для переработки, на основании данных биохимического состава плодов, наиболее подходят сорта Андреевская, Фермата и Омега, а в качестве улучшителей соковой продукции — сорта Докторская, Капелла, Ракета,

Ордината и Версия. Лучшие новые сорта груши, обладающие высокими качественными характеристиками плодов, получены от родительских форм Любимица Клаппа, Лесная красавица, Оливье де Серр и Бахмал. По комплексу хозяйственно ценных признаков выделились сорта Память Корнеева и Капелла.

ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения РАН,
400062 Россия, Волгоград, Университетский проспект, 97,
e-mail: solonkin-a@vfac.ru, lelka-nikolskaya@mail.ru,
aristokratka12@yandex.ru, eseminchenko@mail.ru ✉

Поступила в редакцию
22 июня 2022 года

Sel'skokhozyaystvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2022, V. 57, № 5, pp. 981-991

CREATION OF HIGH-QUALITY VARIETIES OF COMMON PEAR (*Pyrus communis* L.) IN THE LOWER VOLGA REGION

A.V. Solonkin, O.A. Nikolskaya, E.N. Kikteva, E.V. Seminchenko ✉

Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation RAS, 97 Universitetskii Prospekt, Volgograd, 400062 Russia, e-mail solonkin-a@vfac.ru, lelka-nikolskaya@mail.ru, aristokratka12@yandex.ru, eseminchenko@mail.ru (✉ corresponding author)

ORCID:

Solonkin A.V. orcid.org/0000-0002-1576-7824

Kikteva E.N. orcid.org/0000-0002-3095-2884

Nikolskaya O.A. orcid.org/0000-0002-1337-7101

Seminchenko E.V. orcid.org/0000-0003-3155-9563

The authors declare no conflict of interests

Acknowledgements:

The work was carried out within the framework of state task No. 122020100448-6 "Creation of new competitive forms, varieties and hybrids of cultivated, woody and shrubby plants with high productivity, quality and increased resistance to adverse environmental factors, new innovative technologies in seed production and nursery with taking into account varietal characteristics and soil-climatic conditions of arid territories of the Russian Federation".

Received June 22, 2022

doi: 10.15389/agrobiol.2022.5.981eng

Abstract

Nowadays, the creation of high-quality pear varieties of different ripening behavior with early-, mid-, and late-season maturing is still relevant goal for breeders of the Lower Volga region. The long-term pome fruit breeding program, including pear breeding, is carried out in the Laboratory of breeding, seed production and nursery of the Federal Scientific Center for Agroecology, Land Reclamation and Protective Afforestation RAS. The parent forms involved in intervarietal and interspecific hybridization and targeted selection are mainly European varieties of high quality but low resistance to adverse climatic factors and local varieties of high resistance but poor fruit quality. As a result, new pear varieties were released, e.g., Dubovskaya rannayya, Zimnyaya kubarevidnaya, Yubiley Korneeva, Nadazhda, Andreevskaya, Doktoskaya, Ordinata, Lavanda, Omega, Pamyat' Korneeva, Kapella, Raketa, Positivnaya, Fermata, Banketnaya, Versiya, Nektarnaya, etc. Fully ripened fruits were collected in certain parts of the tree (early-ripening varieties) or at storage sites (late-ripening varieties) to determine quality parameters. Fruits were weighed on a laboratory scale and measured with a ruler to determine the average and maximum fruit weight and size. Fruit appearance was assessed visually on a five-point score, taste — by tastings carried out as the fruit ripened, on a five-point score. The juice concentration of soluble solids was determined refractometrically. The total acidity was assessed by titration of an aqueous extract with 0.1 N alkali solution, sugar content (sum of sugars, mono-, disaccharides) was estimated by Bertrand's method, pectin by carbazole method based on the interaction of carbazole with D-galacturonic acid, the vitamin C content by titration of oxalate extracts with Tillman's reagent (2,6-dichlorophenolindophenol). It was established that the largest fruits (250 g and more) were formed by the varieties Pamyat' Korneeva, Pozitivnaya, Kapella and Banketnaya. Since this trait is inherited from the parental large-fruited Olivier de Serre and Bakhmal cultivars, the new varieties, in addition to high commercial attractiveness, can be successfully used as sources in the creation of new large-fruited pear varieties of different ripening terms. The varieties Pamyat' Korneeva, Nektar, and Fermata with excellent dessert balanced taste (4.7-5 points) and attractive fruit appearance surpass standard varieties in these traits. The genetic sources of the high taste quality of these varieties were the ancestral cultivars Alexandrine Dulyar and Bere Gardi with an exquisite taste and pleasant aroma. These genotypes can also be involved in future breeding for exquisite taste and commercial quality of fruits. The content of sugars in the fruits varied from 8.9 to 15.5 %, with the highest amount for the varieties Doktorskaya (15.48 %), Fermata (14.03 %), Versiya (16.3 %), and Kapella (15.5 %). These varieties also had the most balanced taste due to the low acid content. Biochemical composition,

in addition to taste and quality, determines fruit suitability for processing and as an improver of finished (processed) products. For these purposes, the varieties Ordinate, Raketa, Kapella, Versiya, and Fermata and the most suitable. Therefore, of the released pear varieties, the varieties Pamyat' Korneeva and Kapella outstand due to a complex of economically valuable features and are suitable not only for commercial production but also for further breeding program.

Keywords: *Pyrus communis* L., pear, fruits quality, biochemical composition, breeding, new varieties.

REFERENCES

1. Goldschmidt E.E. The evolution of fruit tree productivity: a review. *Econ Bot*, 2013, 67: 51-62 (doi: 10.1007/s12231-012-9219-y).
2. Kiseleva N.S. *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo*, 2015, 52: 41-48 (in Russ.).
3. Bandurko I.A. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoi konferentsii «Sostoyanie sortimenta plodovykh i yagodnykh kul'tur i zadachi selektsii»* [Proc. Int. Conf. «The assortment of fruit and berry crops and the tasks of selection»]. Orel, 1996, 19-21 (in Russ.).
4. Sedov E.N., Dolmatov E.A. *Selektsiya grushi* [Pear breeding]. Orel, VNIISPK, 1997 (in Russ.).
5. Ozherelieva Z., Sedov E. Low temperature tolerance of apple cultivars of different ploidy at different times of the winter. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact, and Applied Sciences*, 2017, 71(3): 127-131 (doi: 10.1515/prolas-2017-0022).
6. Leonchenko V.G. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoi konferentsii «Sostoyanie sortimenta plodovykh i yagodnykh kul'tur i zadachi selektsii»* [Proc. Int. Conf. «The assortment of fruit and berry crops and the tasks of selection»]. Orel, 1996: 151-153 (in Russ.).
7. Galasheva A.M., Sedov E.N., Krasova N.G., Dolmatov E.A., Serova Z.M. *Sovremennoe sadovodstvo*, 2018, 1(25): 1-9 (doi: 10.24411/2312-6701-2018-10101) (in Russ.).
8. Solonkin A.V., Nikolskaya O.A., Kikteva E.N. Selection improvement of pear (*Pyrus communis* L.) in the lower Volga region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 548(8): 082048 (doi: 10.1088/1755-1315/548/8/082048).
9. Solonkin A.V., Nikol'skaya O.A., Kikteva E.N. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2021, 1(61): 103-112 (doi: 10.32786/2071-9485-2021-01-10) (in Russ.).
10. Miller A.J., Gross B.L. From forest to field: perennial fruit crop domestication. *Am. J. Bot.*, 2011, 98(9): 1389-1414 (doi: 10.3732/ajb.1000522).
11. Iglesias I. Agronomical performance and fruit quality of early harvesting pear cultivars in Spain. *Acta Hort.*, 2008, 249-256 (doi: 10.17660/ActaHortic.2008.800.29).
12. Solonkin A.V., Eremin G.V., Dubravina I.V. *Politematicheskii setevoj elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018, 136(02): 146-156 (doi: 10.21515/1990-4665-136-013) (in Russ.).
13. Satibalov A.V. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*, 2013, 21(3): 15-30 (in Russ.).
14. Ferlito F., Di Guardo M., Allegra M., Nicolosi E., Continella A., La Malfa S., Gentile A., Distefano G. Assessment of chilling requirement and threshold temperature of a low chill pear (*Pyrus communis* L.) germplasm in the Mediterranean Area. *Horticulturae*, 2021, 7(3): 45 (doi: 10.3390/horticulturae7030045).
15. Li X., Wang T., Zhou B., Gao W., Cao J., Huang L. Chemical composition and antioxidant and anti-inflammatory potential of peels and flesh from 10 different pear varieties (*Pyrus* spp.). *Food Chem.*, 2014, 152: 531-538 (doi: 10.1016/j.foodchem.2013.12.010).
16. Konarska A. The relationship between the morphology and structure and the quality of fruits of two pear cultivars (*Pyrus communis* L.) during their development and maturation. *Sci. World J.*, 2013, 2013: 1-13 (doi: 10.1155/2013/846796).
17. Zhang M.-Y., Xue C., Li J., Xue Y., Wang R., Tao S., Qin M., Bai B., Li X., Gu C., Yang G., Liu Y., Sun M., Zhang S., Wu J., Chen X., Hu H., Fan J., Zou C., Wu S. Genome-wide association studies provide insights into the genetic determination of fruit traits of pear. *Nature Communications*, 2021, 12(1): 1144 (doi: 10.1038/s41467-021-21378-y).
18. Semeykina V.M. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letnuyu yubileyu Omskogo GAU «Nauchnye innovatsii — agrarnomu proizvodstvu»* [Proc. Int. Conf. «Scientific innovations for agricultural production»]. Omsk, 2018: 917-923 (in Russ.).
19. Else M., Atkinson C. Climate change impacts on UK top and soft fruit production. *Outlook on Agriculture*, 2010, 39(2): 257-262 (doi: 10.5367/oa.2010.0014).
20. Eremin G.V., Dubravina I.V., Kovalenko N.N., Gasanova T.A. *Predvaritel'naya selektsiya plodovykh kul'tur: monografiya. 2-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe* /Pod redaktsiei G.V. Eremina [Preliminary selection of fruit crops: monograph. 2nd edition, revised and enlarged. G.V. Eremin (ed.)]. Krasnodar, 2016 (in Russ.).
21. Eremin G.V., Isachkin A.V., Kazakov I.V., Kuminov E.P., Plekhanova M.N., Sedov E.N. *Obshchaya i chastnaya selektsiya i sortovedenie plodovykh i yagodnykh kul'tur* [General and specific breeding and cultivars of fruit and berry crops]. Moscow, 2004 (in Russ.).

22. Zhang M.-Y., Xue C., Hu H., Li J., Xue Y., Wang R., Fan J., Zou C., Tao S., Qin M., Bai B., Li X., Gu C., Wu S., Chen X., Yang G., Liu Y., Sun M., Fei Z., Zhang S., Wu J. Genome-wide association studies provide insights into the genetic determination of fruit traits of pear. *Nature Communications*, 2021, 12: 1144 (doi: 10.1038/s41467-021-21378-y).
23. Eremina O., Eremin V., Smirnov R. Genealogical analysis of large-fruited sweet cherry varieties in accordance with the s-locus of parental forms, and the pattern of inheritance of large-fruited in the presence of s5 and s9 alleles in the genome. *BIO Web of Conferences*, 2020: 03005 (doi: 10.1051/bioconf/20202503005).
24. Nybom H., Lācis G. Recent large-scale genotyping and phenotyping of plant genetic resources of vegetatively propagated crops. *Plants*, 2021, 10(2): 415 (doi: 10.3390/plants10020415).
25. Fazliakhmetov Kh.N., Zaripova V.M. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2020, 4(60): 210-217 (doi: 10.32786/2071-9485-2020-04-20) (in Russ.).
26. Michailidis M., Karagiannis E., Nasiopoulou E., Skodra C., Molassiotis A., Tanou G. Peach, apple, and pear fruit quality: to peel or not to peel? *Horticulturae*, 2021, 7(4): 85 (doi: 10.3390/horticulturae7040085).
27. Egorov E.A., Eremin G.V., Suprun I.I., Shcheglov S.N., Dragavtseva I.A., Dubravina I.V., Permyakova S.V., Artyukh S.N., Ul'yanovskaya E.V., Kovaleva V.V., Medvedeva N.I., Buntsevich L.L., Zaremuk R.Sh., Kuznetsova A.P., Yakuba Yu.F., Nen'ko N.I., Doroshenko T.N., Gasanova T.A., Kiseleva G.K., Mokhno V.S., Prichko T.G., Chalaya L.D., Lugovskoy A.P., Efimova I.L., Mozhar N.V., Kiseleva G.N., Ermolenko V.G., Alekhina E.M., Dolya Yu.A., Eremina O.V., Eremin V.G., Sukhorukikh Yu.I., Makhno V.G., Yakovenko V.V., Lapshin V.I., Podorozhnyy V.N., Kulyan R.V., Tokarev A.P., Tuov M.T., Ayba L.Ya., Tyshchenko E.L., Timkina Yu.V., Bratukhina E.V., Lobova T.E., Kozina S.V., Evsyukova T.V., Slepchenko N.A., Petrov V.S., Il'nitskaya E.T., Nud'ga T.A., Sundryeva M.A., Talash A.I., Zhukov A.I., Serpukhovitina K.A., Nosul'chak V.A., Il'yashenko O.M., Bol'shakov V.A., Il'ina I.A., Guguchkina T.I., Yakimenko E.N., Antonenko O.P., Reznichenko K.V., Bandurko I.A. *Sovremennyye metodologicheskie aspekty organizatsii selektsionnogo protsessa v sadovodstve i vinogradarstve* [Modern methodological aspects of the organization of the breeding process in horticulture and viticulture]. Krasnodar, 2012 (in Russ.).
28. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh* /Pod redaktsiey E.N. Sedova, T.P. Ogol'tsovoy [Program and methodology for the study of fruit, berry and nut varieties. E.N. Sedov, T.P. Ogol'tsova (eds.)]. Orel, 1999 (in Russ.).
29. Mozhar N.V. Phenotypic assessment of pear varieties in mutual pollination. *BIO Web of Conferences*, 2021: 01012 (doi: 10.1051/bioconf/20213401012).
30. Wu J., Wang Y., Xu J., Korban S.S., Fei Z., Tao S., Ming R., Tai S., Khan A.M., Postman J.D., Gu C., Yin H., Zheng D., Qi K., Li Y., Wang R., Deng C.H., Kumar S., Chagné D., Li X., Wu J., Huang X., Zhang H., Xie Z., Li X., Zhang M., Li Y., Yue Z., Fang X., Li J., Li L., Jin C., Qin M., Zhang J., Wu X., Ke Y., Wang J., Yang H., Zhang S. Diversification and independent domestication of Asian and European pears. *Genome Biology*, 2018, 19: 77 (doi: 10.1186/s13059-018-1452-y).
31. Rezviakova S., Gurin A., Revin N. Distinct features of adaptive and productive potential of prospective pear varieties. *E3S Web of Conferences*, 2020, 161: 01055 (doi: 10.1051/e3sconf/202016101055).
32. Telezhinskiy D.D. V sbornike: *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya severnogo sadovodstva. Sbornik nauchnykh trudov* [In: State of art and prospects for the development of northern horticulture. Collection of scientific papers]. Ekaterinburg, 2016, 118-123 (in Russ.).
33. Shirasawa K., Isuzugawa K., Ikenaga M., Saito Y., Yamamoto T., Hirakawa H., Isobe S. The genome sequence of sweet cherry (*Prunus avium*) for use in genomics-assisted breeding. *DNA Research*, 2017, 24(5): 499-508 (doi: 10.1093/dnares/dsx020).
34. Meland M., Maas F.M., Jørgensen E. Sweet cherry production in controlled environment. *Acta Hort.*, 2019, 1235: 353-358 (doi: 10.17660/ActaHortic.2019.1235.48).
35. Wang R., Xue Y., Fan J., Yao J., Qin M., Lin T., Lian Q., Zhang M., Li X., Li J., Sun M., Song B., Zhang J., Zhao K., Chen X., Hu H., Fei Z., Xue C., Wu J. A systems genetics approach reveals PbrNSC as a regulator of lignin and cellulose biosynthesis in stone cells of pear fruit. *Genome Biol.*, 2021, 22: 313 (doi: 10.1186/s13059-021-02531-8).