

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ АДАПТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ ОРЕХА ГРЕЦКОГО

Луговской А.П., канд. с.-х. наук, Сухоруких Ю.И., д-р с.-х. наук,
Заремук Р.Ш., д-р с.-х. наук, Артюхова Л.В., Балапанов И.М.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
(Краснодар)*

Реферат. Представлены методические подходы и методика комплексной оценки гибридного материала ореха грецкого, полученного от направленных скрещиваний; по основным адаптивным признакам: зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к болезням и вредителям, позволяющие выделить источники комплекса признаков устойчивости к стрессовым факторам для дальнейшего использования в селекционных программах на адаптивность.

Ключевые слова: орех грецкий, селекция, сорт, гибриды, адаптивность, зимостойкость, засухоустойчивость, болезни и вредители

Summary. Methodological approaches to a comprehensive assessment of hybrid walnut material obtained from directed crosses by the main adaptive signs: winter hardiness, drought tolerance, disease and pest resistance, allowing to identify the sources of the complex of resistance signs to stress factors for further use in adaptive breeding programs, are presented.

Key words: Persian walnut, selection, variety, hybrids, adaptability, winter hardiness, drought tolerance, diseases and vermins

Введение. В условиях Северного Кавказа с его неустойчивым и нередко жёстким климатом селекция ореха грецкого на зимостойкость – исключительно важная задача. Этот признак определяет возможные районы его возделывания на юге России. Существующий сортимент не имеет достаточного генетического потенциала зимостойкости. У некоторых сортов (Десертный, Селекционер, Любимый Петросяна и др.) наблюдается повреждение плодовых почек при снижении температуры в зимний период до $-26-27^{\circ}\text{C}$

Анализ гибридного потомства показывает, что зимостойкость является наследуемым признаком. В гибридизацию необходимо вовлекать родительские формы, обладающие несколькими компонентами зимостойкости. Новые сорта ореха для южной зоны садоводства должны обладать устойчивостью к следующим неблагоприятным факторам зимы: не повреждаться ранними морозами ($-15...-20^{\circ}\text{C}$) в конце осени-начале зимы, быть устойчивыми к температурам ($-28...-30^{\circ}\text{C}$) в середине зимы, переносить зимние колебания температур, особенно после окончания естественного покоя, не повреждаться морозами -16°C во время оттепелей, проявлять устойчивость к весенним заморозкам ниже $-0,5^{\circ}\text{C}$ [1, 2, 3].

Современная селекция имеет неплохие успехи в выведении зимостойких сортов ореха грецкого. Такие сорта, как Кишинёвский и форма Б-14 (Молдавия), Крымский-63 и форма Киевская IV-18 (Украина), можно отнести к лучшим стандартам по зимостойкости. Учёты повреждений морозами ($-28...-30^{\circ}\text{C}$) гибридных сеянцев в экстремальные зимы (1987-1988; 2005-2006 гг.) показывают, что в семье недостаточно зимостойкого сорта Пеллан при участии в качестве отца зимостойкого сорта Изыщный получается около 32 % сеянцев, подмерзающих на уровне 0-1 балл, остальные сеянцы по степени подмерзания – на уровне родительских сортов (2,5-0,5 баллов). Среди слабо подмерзающих сеянцев была

отобрана практически зимостойкая форма (Г1-21) – источник по этому признаку (уровень подмерзания 0,5 балла) в сочетании с другими хозяйственно важными свойствами.

В потомстве самого зимостойкого сорта Масленичный количество зимостойких семян повышается в отдельных комбинациях до 46 %. Близкое к этому соотношение зимостойких и слабо - или среднезимостойких семян мы наблюдали в потомстве сорта Урожайный. Эти данные говорят о том, что на Северном Кавказе, где один раз в 10-15 лет наблюдаются кратковременные понижения температуры воздуха до -30°C и ниже, для повышения зимостойкости выращиваемых здесь сортов ореха грецкого необходимо получать гибридное потомство, совмещающее зимостойкость и урожайность с высокими товарными и вкусовыми качествами плодов путём скрещиваний лучших северо-кавказских и производных от них новых сортов, а также привлекать в скрещивания высококачественные зимостойкие сорта молдавской, украинской и западно - европейской селекции [4].

Поэтому для гибридизации в качестве материнских исходных растений будут использоваться выделенные нами источники высокой морозо- и зимостойкости – Изящный, Масленичный, Совхозный, Урожайный, а в качестве отцовских исходных растений – местные (селекции СКФНЦСВВ– Аврора, Заря востока, Пелан, Надежда, Родина, форма Г1-21; селекции СКНИИГиПС – Адиль, Каировский) и зарубежные (украинской селекции – Крымский – 63, формы Киевская IX-18, Киевская IX-24, молдавской – Кишинёвский, форма Б-14) сорта и формы, обладающие несколькими компонентами зимостойкости в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками и свойствами [5, 6, 7].

В целях повышения общей зимостойкости дерева и его генеративной сферы перспективно применение метода отдалённой гибридизации, при котором уже в F_2 удаётся соединить в одном растении высокие качества культурной формы и зимостойкие свойства дикорастущего вида. В качестве исходного материала при межвидовых скрещиваниях необходимо использовать ценные местные северо-кавказские сорта ореха грецкого, отличающиеся высокой адаптивностью и урожайностью, имеющие поздний срок цветения и крупное ядро (Овен, Надежда, Родина, Заря востока, Пелан, Урожайный, Масленичный и др.), а также лучшие интродуцированные сорта (Киевская IX-18, Киевская IX-64, Кишиневский, Костюженский, форма Б-14 и др.) с одной стороны и другие виды рода *Juglans* (ореха Зибольда, маньчжурского, чёрного и серого) – с другой.

Гибридизацию следует проводить с применением простых и сложных, прямых и обратных скрещиваний. От скрещивания ореха грецкого с черным, серым и маньчжурским получены гибриды, отличающиеся от родительских форм морфологическими признаками, зимостойкостью и устойчивостью к поздним весенним заморозкам [8, 9].

Объекты и методы исследований. Объекты изучения – сорта ореха грецкого отечественной и зарубежной селекции. Исследования выполнены согласно Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [10].

Обсуждение результатов. Оценка зимостойкости проводится на основе осмотра деревьев в период вегетации по соответствующей шкале (табл. 1). Для каждого показателя устанавливается доля неповреждённых частей растения (кроме градаций 0 и 6), а для градации 1 балл – доля протяжённости неповреждённого штамба. Например, у дерева сохранилось 80 % верхушечных почек. Его зимостойкость оценивается в 5,8 балла. Если повреждено 100 % верхушечных почек – 5 баллов.

В том случае, если имеется смешанное повреждение, в описании указывается доля неповреждённых частей кроны по отдельности. Общее заключение делается исходя из целей селекции и хозяйственного использования. При селекции и выращивании вида на плоды целесообразно делать его по критическому значению. Например, у растения не повреждено верхушечных почек – 15 %, однолетних побегов – 40 %, многолетней древесины

– 75 %. В описании приводятся верхушечные почки – 5,15; однолетние побеги – 4,4; многолетняя древесина – 3,75 балла. Критический показатель – повреждение многолетней древесины, поэтому общий балл зимостойкости устанавливается равным 3,75 балла.

Таблица 1 – Шкала оценки зимостойкости ореха грецкого

Зимостойкость, балл	Описание повреждений
6	Повреждений нет.
5	Повреждены верхушечные почки.
4	Повреждены однолетние побеги.
3	Повреждена двухлетняя и более старшего возраста древесина.
2	Повреждены скелетные ветви.
1	Повреждён штаб (появление поросли возможно.)
0	Полная гибель дерева, включая корневую систему. Появление поросли невозможно.

Средний балл зимостойкости для сорта определяется как средневзвешенное значение по отдельным деревьям выборки. По устойчивости (целесообразно устанавливать после суровых зимних условий) сорта и формы делятся следующим образом:

- зимостойкие: слабо повреждающиеся (6-5,5 балла);
- среднезимостойкие: значительно повреждающиеся (5,4-4 балла);
- славозимостойкие: сильно повреждающиеся (3,9-2 балла);
- незимостойкие: очень сильно повреждающиеся или вымерзают полностью (менее 1,9 балла) [10-12].

В Северо-Кавказском регионе за последние десятилетия засухоустойчивость также стала лимитирующим фактором для ореха грецкого, определяющим ареал его возможного эффективного возделывания и продуктивность. Установлено, что в районах, где количество выпадающих осадков 500-450 мм, успешное произрастание ореха возможно только при искусственном орошении. Полив в этих условиях повышает продуктивность ореховых насаждений в 2-3 раза. Поэтому новые селекционные и интродуцированные сорта нуждаются в тщательной проверке на жаро-засухоустойчивость и соответствие природно-климатическим условиям региона. Они должны переносить засушливый период с июля по сентябрь, характеризующийся повышением температуры до +40°C и снижением относительной влажности воздуха до 30 % без существенного снижения качества урожая и ухудшения состояния деревьев [13].

Анализ гибридного потомства по жаро- и засухоустойчивости, полученного нами от скрещивания северо-кавказских сортоформ, показал, что основная масса гибридных семян удовлетворительно переносит летнюю засуху и последующую перезимовку.

Формы, отличающиеся зимостойкостью и устойчивостью к болезням, к концу вегетации имеют высокую оценку общего состояния растений после засухи. Это даёт основание говорить о взаимозависимости этих важнейших биологических признаков, определяющих экологическую пластичность формы. В то же время у форм, характеризующихся пониженным потенциалом зимостойкости и устойчивости к болезням, в результате летней засухи отмечено уменьшение массы ореха и процента выхода ядра [14].

Таким образом, в селекционном процессе в качестве материнских растений следует использовать преимущественно сортоформы местного происхождения, обладающие устойчивым признаком жаро- и засухоустойчивости, – Аврора, Дачный, Заря Востока, Овен, Родина, формы СМ-75, Г1-18, а в качестве отцовских растений целесообразно привлекать засухоустойчивые сортоформы селекции В.С. Шевченко: Ак-Терекский кистевидный, Кистевидная форма, форма № 1 – Д; селекции С.С. Калмыкова – Пионер, Стойкий; селекции Ф.Л. Щепотьева – Курзим, Гроновый; Ю.И. Сухоруких – БР-31, БР-32, БР-36, БР-37.

Для повышения общей засухоустойчивости ореха целесообразно использовать метод отдалённой гибридизации. В качестве исходных форм при селекции на этот признак следует вовлекать в реципрокные скрещивания жаро- и засухоустойчивые сорта местной селекции с засухоустойчивым видом рода *Juglans* – орехом скальным [5,15,16].

Засухоустойчивость растений целесообразно определять в периоды наибольшей сухости вегетационного периода. При этом учитывают состояние листьев, молодых побегов и качество плодов – величину, шуплость ядра. Реакцию плодов на засуху устанавливают путём осмотра и раскалывания не менее 20 штук плодов ($P = 0,90$), листьев и побегов – путём визуального осмотра всей кроны (табл. 2).

Таблица 2 – Шкала оценки засухоустойчивости ореха грецкого

Засухоустойчивость, балл	Описание повреждений
6	Растения не реагируют на засуху, в дневные часы у них наблюдается нормальный тургор листьев и молодых побегов; плоды и листья развиваются нормально.
5	Листья засухой не повреждены, однако они потеряли тургор; их края опущены вниз или сморщены, черешки листьев и молодые побеги вялые. У части плодов (до 10 %) происходит измельчение (уменьшение размера плодов на 10 % и более). Щуплые ядра отсутствуют.
4	Площадь поврежденных и опавших листьев составляет не более 10 % от всей листовой поверхности дерева. Измельчение плодов наблюдается у 11-25 % урожая. До 10 % плодов имеют щуплые ядра.
3	Площадь поврежденных и опавших листьев составляет 11-25 % от всей листовой поверхности дерева. Измельчение плодов наблюдается у 26-50 % урожая. 11-25 % плодов имеют щуплые ядра.
2	Площадь поврежденных и опавших листьев составляет 26-75 % от всей листовой поверхности дерева. Измельчение, опадение плодов наблюдается у 51-75 % урожая, 26-50 % плодов имеют щуплые ядра.
1	Площадь поврежденных и опавших листьев составляет 76 % и более от всей листовой поверхности дерева. Измельчение плодов наблюдается у 76 % и более, а 51 % и более плодов имеют щуплые ядра. Промышленный сбор плодов нецелесообразен, вследствие их измельчения или щуплости ядер.
0	Растения погибли полностью.

Балл засухоустойчивости устанавливается по критическому показателю. Например: у растения повреждено 10 % листьев (4 балла), мелких плодов 25 % (4 балла) и 15 % имеют щуплые ядра (3 балла). С учётом критического показателя (щуплость ядер) засухоустойчивость составит 3 балла.

Средний балл засухоустойчивости для сорта устанавливается как средневзвешенное значение для выборки. По устойчивости сорта и формы делятся следующим образом:

- засухоустойчивые: слабо повреждающиеся (6-5,5 балла);
- среднезасухоустойчивые: значительно повреждающиеся (5,4-4 балла);
- слабозасухоустойчивые: сильно повреждающиеся (3,9-2 балла);
- незасухоустойчивые: очень сильно повреждающиеся или погибающие полностью (менее 1,9 балла) [10,11,12].

Наиболее распространённым и вредоносным заболеванием ореха в условиях Северо-Кавказского региона является бурая пятнистость, или антракноз, вызываемая грибом *Gnomonia leptostyla* (Ces. et de Not. Kleb.) и несовершенным грибом *Marsoniana juglandis* Magn. Поражаются листья, плоды, побеги, что приводит к снижению урожая (у некоторых сортов до 80-100 %), ухудшению товарности получаемой продукции и ослаблению зимостойкости растений.

Кардинальное решение проблемы защиты растений должно идти по пути использования сортов, обладающих иммунитетом или толерантностью к возбудителю этого заболевания. Анализ существующего сортимента в регионе показывает, что большинство сортов восприимчиво к этому опасному заболеванию, но имеются сорта и формы с полевой устойчивостью. Меньше поражаются поздневегетирующие сорта, цветущие в условиях, неблагоприятных для гриба марсонии (Кавказец, Труженик, формы СР-22 и СБ-84 и др.). Устойчивость к антракнозу является более константным свойством, чем урожайность.

При подборе родительских пар, обеспечивающих устойчивость к антракнозу, в качестве одной из исходных форм следует использовать высоко устойчивые к этому заболеванию сортоформы Аврора, Кавказец, Труженик, форма МС-67, Г1-21, а в качестве второй исходной формы – источники других ценных признаков в сочетании с полевой устойчивостью к антракнозу [17].

Примерами таких скрещиваний могут быть: Аврора х Овен, Овен х Аврора, форма МС-67 х Овен, Овен х форма МС-67, Аврора х Дачный, Дачный х Аврора, форма МС-67 х Дачный, Дачный х форма МС-67, Аврора х Заря востока, Заря востока х Аврора и др. В качестве исходных форм рекомендуются также сорта украинской селекции – Киевская 1-51, Киевская 1-53, Киевская IX-20, Киевская IX-77; молдавской – Казаку, Криулянский, а также сорта американской селекции – Серр и др. [5, 6, 7].

Для повышения общей устойчивости ореха грецкого к антракнозу эффективно проведение межвидовой гибридизации высококачественных сортов местной селекции с различными видами рода *Juglans* (орехами Зибольда, маньчжурского, сердцевидного и черного) [18, 19].

В последние годы отмечены повреждения ореха грецкого бактериальным ожогом. Это заболевание, известное как бактериоз, вызывает бактерия *Xanthomonas juglandis* (Pierce) Dowson. В настоящее время начато изучение устойчивости к бактериозу сортов и форм ореха грецкого и проведение сравнительного анализа иммунологического изучения в разных эколого-географических группах с выявлением тех из них, где сосредоточено наибольшее количество устойчивых и восприимчивых образцов.

Из вредителей наибольшее повреждение листьям ореха грецкого на Северном Кавказе наносят клещи и ореховая тля, а плодам – ореховая плодожорка. Имеющиеся в нашем распоряжении сорта и формы ореха мало чем отличаются между собой по степени поражения этими вредителями. В этом направлении предстоит дальнейшая работа по селекции ореха грецкого [17].

Из болезней наиболее существенный вред ореху причиняют бурая пятнистость (марсонииоз) и бактериоз, вызываемые *Ophiognomonia leptostyla*. и *Xanthomonas arboricola*, из вредителей – яблонная плодожорка (*Carpocapsa pomonella*).

Учёт степени поражаемости цветков бактериозом и марсониезом проводят весной (в мае), а листьев, плодов и побегов – в августе, когда болезни достигают максимального развития. При этом осматривают все деревья, в учёт включаются не менее 100 цветков, листьев, побегов или плодов каждого сорта. Полевая оценка поражения проводится в баллах по соответствующей шкале отдельно по каждому показателю (табл. 3) [10, 12].

По степени поражения вегетативных и генеративных органов болезнями и вредителями выделяют в следующие группы:

- 1 – иммунные или высокоустойчивые сорта (0-1 балл);
- 2 – устойчивые (1,1-2 балла);
- 3 – среднеустойчивые (2,1-3 балла);
- 4 – сильно поражаемые (3,1-5 баллов).

Таблица 3 – Шкала оценки поражаемости ореха грецкого болезнями и вредителями

6	5	4	3	2	1	0	Балл
Полное	Очень сильное	Сильное	Среднее	Слабое	Очень слабое	Поражения отсутствуют	Степень поражения
Поражено более 75 % от общей численности	Поражено 51- 75 % от общей численности	Поражено 26- 50 % от общей численности	Поражено 11-25 % от общей численности	Поражено 6- 10% от общей численности	Поражено до 5 % от общей численности	Поражения отсутствуют	Цветки
Поражено более 75 % от общей площади	Поражено 51-75 % от общей площади	Поражено 26- 50 % от общей площади	Поражено 11-25 % от общей площади	Поражено 6-10 % от общей площади	Поражено до 5 % от общей площади	Поражения отсутствуют	Листья
Поражено более 75 % от общей площади	Поражено 51-75 % от общей площади	Поражено 26-50 % от общей площади	Поражено 11-25 % от общей площади	Поражено 6-10 % от общей площади	Поражено до 5 % от общей площади	Поражения отсутствуют	Побеги
Поражено более 75 % от общей площади	Поражено 51-75 % от общей площади	Поражено 26-50 % от общей площади	Поражено 11-25 % от общей площади	Поражено 6- 10% от общей площади	Поражено до 5 % от общей площади	Поражения отсутствуют	Перикарп плодов
Поражено более 75 % от общей площади	Поражено 51-75 % от общей площади	Поражено 26-50 % от общей площади	Поражено 11-25 % от общей площади	Поражено 6-10 % от общей площади	Поражено до 5 % от общей площади	Поражения отсутствуют	Скорлупа
Поражено более 75 % от общей численности	Поражено 51-75 % от общей численности	Поражено 26-50 % от общей численности	Поражено 11-25 % от общей численности	Поражено 6-10 % от общей численности	Поражено до 5 % от общей численности	Поражения отсутствуют	Ядро

Выводы. Для эффективного использования биологического потенциала ореха грецкого на Северном Кавказе следует использовать лучшие местные формы, обладающие высоким адаптивным потенциалом, наряду с лучшими представителями восточно-европейской селекции в качестве родительских форм для дальнейшего отбора в поколениях гибридов.

Такие признаки, как устойчивость к грибным и бактериальным патогенам, не выявлены у представителей *Juglans regia*, однако существуют у других представителей рода, таким образом, использование межвидовой гибридизации позволит существенно увеличить потенциал устойчивости сортов к биотическим и абиотическим стрессорам.

Использование методик, включающих оценку проявления признака в баллах, позволяет проводить масштабные исследования большой выборки за короткое время, что существенно снижает затраты труда и времени и тем самым позволяет оценить большие гибридные семьи в короткий срок.

Литература

1. Славский, В.А., Тимашук Д.А., Мироненко А.В. Районирование ореха грецкого в Воронежской области по зонам устойчивости к неблагоприятным факторам // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7. № 3 (27). С. 143-150.
2. Луговской А.П., Балапанов И.М. Хозяйственные и биологические особенности отборных форм ореха грецкого в условиях юга России // Садоводство и виноградарство. 2018. №52 (4). С. 30-41.
3. Khadivi A. Superior spring frost resistant walnut (*Juglans regia* L.) genotypes identified among mature seedling origin trees / A. Khadivi, A. Montazeran, P. Yadegari // Scientia Horticulturae. – 2019. – Т. 253. – С.147-153.
4. Балапанов И. М. Биологические аспекты в селекции ореха грецкого // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 101. С. 828-842.
5. Атлас лучших сортов плодовых и ягодных культур Краснодарского края / Г.В. Еремин, Е.И. Крицкий, В.В. Яковенко [и др.]. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2011. С. 113-132.
6. Цуркан И.П., Грецкий орех. Кишинев: Карта Молдовеняскэ, 1979. 156 с
7. Стрела Т.Е., Орех грецкий. Киев: Наук. думка, 1990. 192 с
8. Алибеков Т.Б. Мобилизация и использование генетических ресурсов плодовых Дагестана для решения важнейших задач садоводства Республики [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2012. № 15(3). С. 12-21. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/12/03/02.pdf>. (дата обращения: 19.08.2019).
9. Орехоплодные лесные и садовые культуры / Ф.Л Щепотьев, А.А. Рихтер [и др.]. М.: Агропромиздат. 1985. 224 с
10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова. Орел: ВНИИСПК, 1999. 493 с.
11. Важнейшие аспекты и методологические основы концепции развития южного садоводства до 2025 года / И.А Драгавцева, В.М., Смольякова, Г.Н Теренько [и др.]. // Труды СКЗНИИСиВ: Организационно-экономический механизм инновационного процесса и приоритетные проблемы научного обеспечения развития отрасли: материалы научно-производственной конференции СКЗНИИСиВ (3-4 февр. 2003 г.). Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2003. С. 18-30.
12. Сухоруких Ю.И., Луговской А.П. Программа и методика селекции ореха грецкого. Майкоп: Качество, 2007. 57 с.
13. N. McDowell. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? / McDowell N. et al et al // New phytologist. – 2008. – Т. 178. – №. 4. – С. 719-739.
14. Anjum S. A. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress / S.A Anjum et al. // African journal of agricultural research. – 2011. – Т. 6. – №. 9. – С. 2026-2032.
15. Рихтер А.А., Ядров А.А. Грецкий орех. М.: Агропромиздат. 1985. 215 с.
16. Сухоруких Ю. И. Орех грецкий в Кабардино-Балкарии // Садоводство и виноградарство. 1984. №. 11. С. 28
17. Mills N. Plant health management: biological control of insect pests. 2014. С. 375-387.
18. Современные сорта и технологии возделывания грецкого ореха в условиях юга России: методические рекомендации / А.П. Луговской, И.И. Супрун, И.М. Балапанов, М.Е. Подгорная. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018. 69 с.
19. Linit M. J. Black walnut curculio: patterns of nut damage in a plantation environment / M.J. Linit, S.Necibi // Agroforestry systems. – 1995. – Т. 29. – №. 3. – С. 321-331.