

УДК 635:631.532:58.084.1

DOI 10.30679/2219-5335-2022-6-78-219-234

**ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ
ИНТРОДУКЦИОННЫХ
ФОРМ ОРЕХА ГРЕЦКОГО
ПО КОМПЛЕКСУ
ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ
ПРИЗНАКОВ***

Супрун Иван Иванович
канд. биол. наук
заведующий НЦ «Селекции
и питомниководства»

Аль-Накиб Екатерина Аделевна
младший научный сотрудник
селекционно-биотехнологической
лаборатории

Семёнова Мария Николаевна
младший научный сотрудник
центра коллективного пользования
высокотехнологичным оборудованием

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

В работе приведены результаты исследования, направленного на проведение оценки интродуцированных ультраскороспелых форм ореха грецкого по таким признакам, как сроки созревания плодов, габитус растений, тип плодоношения, соотношение закладки плодов из латеральных и апикальных почек (% латеральности), количество плодов в соплодии, характеристики плодов, включая ряд биохимических показателей. По результатам наблюдения сделан вывод о наличии признака сдержанного роста у всех изученных образцов, при этом уровень компактности ветвления кроны имел незначительные различия. Степень компактности кроны у всех образцов, за исключением образца 16-СИ-6 сопоставима с сортом Дачный.

UDC 635:631.532:58.084.1

DOI 10.30679/2219-5335-2022-6-78-219-234

**EVALUATION OF PROMISING
INTRODUCED FORMS
OF WALNUTS ACCORDING
TO THE COMPLEX
OF ECONOMICALLY VALUABLE
TRAITS***

Suprun Ivan Ivanovich
Cand. Biol. Sci.
Head of Breeding
and Nursery FSC

Al-Nakib Ekaterina Adelevna
Junior Research Associate
of Breeding and Biotechnology
Laboratory

Semenova Maria Nikolaevna
Junior Researcher Associate
of Center for Collective Use
of High-Tech Equipment

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

The publication presents the results of a study aimed at assessment of introduced ultra – early-maturing forms of walnut according to such traits as fruit ripening time, plant habit, fruit-bearing type, ratio of fruit setting from lateral and apical buds, number of fruits in nut cluster, fruit characteristics, including a number of biochemical parameters. Based on the results of the observation, it was concluded that there is a trait of restrained growth in all the studied samples. At the same time, the level of compactness of crown branching had insignificant differences. The degree of crown compactness in all samples, with the exception of sample 16-SI-6, is comparable to the Dachnyi

* Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда и Кубанского научного фонда № 22-16-20061

* The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation and the Kuban Science Foundation No. 22-16-20061

Указанный образец обладал более компактной кроной, близкой к спуровой. Было выявлено, что все изученные образцы обладают латеральным типом плодоношения (от 50 до 80 % плодов формируется на боковых побегах). Установлено, что преобладает формирование соплодий с двумя-тремя плодами, что наряду с латеральным плодоношением способствует повышению потенциала продуктивности. По данным признакам все изученные формы являются источниками признаков. С учетом таких характеристик как выход ядра, цвет и его извлекаемость, можно определить следующие наиболее перспективные образцы: 16-СИ-5, 16-СИ-6, 16-СИ-10, 16-Т-1, 16-Т-2. Они являются источниками комплекса селекционно-ценных признаков и могут быть использованы в селекции. На основании данных биохимического анализа выявлен образец – 16-СИ-2, который обладает повышенным содержанием биологически активных веществ, а также жиров, что может быть основанием для использования его в селекции по данным признакам. Формы 16-СИ-6 и 16-Т-1 в дальнейшем могут рассматриваться как кандидаты в сорта, наиболее перспективные к использованию в секторе ЛПХ.

Ключевые слова: ОРЕХ ГРЕЦКИЙ, СЕЛЕКЦИЯ, ИНТРОДУКЦИЯ, ЛАТЕРАЛЬНОЕ ПЛОДОНОШЕНИЕ, КАЧЕСТВО ПЛОДОВ, БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ.

variety. The indicated sample had a more compact crown close to spur. It was found that all the studied samples have a lateral type of fruit-bearing (from 50 to 80% of the fruits are formed on lateral shoots). It has been established that the formation of nut clusters with two or three fruits, which, along with lateral fruit-bearing, contributes to an increase in productivity potential. According to these features, all studied forms are sources of traits. Taking into account such characteristics as the yield of the kernel, color and its extractability, the following most promising samples can be determined: 16-SI-5, 16-SI-6, 16-SI-10, 16-T-1, 16-T-2. They are sources of a set of selection-valuable traits and can be used in breeding. Based on the data of biochemical analysis, a sample 16-SI-2 was identified, which has an increased content of biologically active substances, as well as fats, which may be the basis for its use in breeding according to these traits. The forms 16-SI-6 and 16-T-1 can be further considered as candidates for the varieties most promising for use in the private sector.

Key words: PERSIAN WALNUT, BREEDING, INTRODUCTION, LATERAL FRUIT-BEARING, FRUIT QUALITY, BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS.

Введение. Грецкий орех – одна из наиболее древних возделываемых культур по всему миру и активно используется во многих отраслях. В 2020 году в Россию было импортировано 9,7 тысяч тонн грецкого ореха, что на 36,6 % больше, чем в 2019 году, но при этом экспорт снизился в 3,2 раза по сравнению с 2019 годом [1]. Производство грецкого ореха в последние годы становится все более актуальным в связи с увеличением интереса потребителей к полезной пище, а грецкий орех очень ценный пищевой ресурс. Ядра грецкого ореха богаты ненасыщенными жирными кислотами в виде альфа-линоленовой кислоты (АЛК), являются богатым

источником фитомелатонина и содержат больше полифенолов, чем любой другой тип ореха [2]. В семенной оболочке присутствуют фенольные соединения, которые обладают антиоксидантными свойствами, а масло ореха отличается высоким содержанием аргинина, глутаминовой и аспарагиновой кислот [3]. Активно ведутся работы по изучению химического состава масел в ядрах с целью получения сортов с наиболее ценными питательными характеристиками. Исследователи из Португалии проверили химический состав плодов шести сортов ореха и выяснили, что линолевая кислота достигала максимального значения в 60,3 % [4]. Ряд исследований показывает, что состав жиров может варьировать в зависимости от условий окружающей среды, возраста дерева [5] либо условий хранения. В Португалии оценивали состав жирных кислот у 26 образцов, выращенных в двух географических регионах в течение трех лет, и обнаружили, что плоды имели значительные отличия по составу в разные годы сбора урожая [6]. Ученые из Греции отметили влияние температуры и наличия кислорода на пищевую ценность четырех сортов Грецкого ореха «Chandler», «Hartley», «Franquette» и «Loli», а именно что хранение при 20 °C на воздухе приводило к увеличению прогорклости, что свидетельствует об уменьшении количества ненасыщенных жирных кислот [7]. Учитывая разнообразие содержания в ядрах грецкого ореха минеральных веществ, микроэлементов, витаминов и аминокислот неудивительно, что спрос на орехи растет. Но промышленное производство орехоплодных культур недостаточно развито, чтобы обеспечить население в нужном количестве отечественной продукцией. Хотя на Юге России есть несколько крупных производителей, этого недостаточно, так как отечественная продукция составляет 10 % от общего количества потребляемых орехов. В первую очередь для развития в отечественном растениеводстве орехоплодных культур необходимо изучить существующий сортимент и расширить его в соответствии с требованиями к сорту. Перед селекционерами как раз стоят задачи по комплексному изуче-

нию, пополнению и сохранению генетических ресурсов для дальнейшего внедрения их в производство [8]. Основные признаки, на которые ведется отбор – это качество плодов и продуктивность, но есть ряд критериев, на которые также нужно обращать внимание, а именно: тип плодоношения, скороплодность, сдержанный рост. Активно ведется отбор устойчивых к весенним заморозкам позднее цветущих генотипов [9]. Исследователи из Словении провели анализ 840 генотипов ореха для определения наиболее типичных морфологических типов и оценки их вегетативного и генеративного потенциала и выделили 4 типа ветвления и плодоношения, где 4 тип – латеральный, имел наибольший генеративный потенциал [10]. Латеральное плодоношение определяет продуктивность, так как при этом типе плодоношения женские цветки образуются не только на апикальных, но и в пазушных почках. Можно наблюдать плодоношение в течение нескольких лет по всей ветке при благоприятных условиях произрастания [11].

При создании сортов с таким обширным списком качеств необходимо прибегать к интродукции новых форм, несущих в себе необходимые признаки, и внедрять их в существующие условия произрастания. Во многих странах разворачиваются программы по селекции грецкого ореха на основе отбора местных форм. Уже существует ряд программ по интродукции различных культур, в том числе и грецкого ореха. Например, министерство сельского хозяйства США спонсировало несколько экспедиций по изучению генетического разнообразия и устойчивости к патогенам *Malus sieversii* в Казахстане и Узбекистане [12], а также *Malus orientalis* на юге России, в Турции и Иране [13] для дальнейшего отбора наиболее перспективных образцов. В Иране в рамках национальной программы по выращиванию грецкого ореха было отобрано три популяции высших генотипов ореха из разных регионов Ирана, выявлены наиболее ценные формы и на их основе создано 4 новых сорта «Persia», «Caspian», «Alvand» и «Chaldoran» [14]. В Румынии изучили 109 сеянцев грецкого ореха из раз-

ных регионов страны и отобрали потенциальные источники ценных признаков для внедрения в программу селекции [15].

На юге России преобладают семенные насаждения грецкого ореха, и большинство из них не имеет необходимых хозяйственно ценных признаков, но встречаются особо ценные формы, которые можно использовать в качестве исходного материала для селекции [16]. В России направление по мобилизации и пополнению генетических ресурсов грецкого ореха активно развивается в ФГБНУ СКФНЦСВВ. Здесь были созданы сорта Десертный, Изящный, Любимый Петросяна, Родина, Пелан, Заря Востока, полученные путем отбора лучших местных форм и обладающие характеристиками, пригодными для возделывания в промышленном масштабе [17, 18]. Сотрудниками Центра была проведена определенная работа по поиску и мобилизации перспективных образцов с такими признаками как морозостойкость, продуктивность, латеральный тип плодоношения, устойчивость к патогенам [19]. Однако учитывая важность селекции на признак латеральности плодоношения в сочетании со сдержанным ростом, скороплодностью и качеством плодов, необходимо констатировать факт необходимости усиления работы по данному направлению.

В связи с актуальностью вопроса пополнения генофонда формами, обладающими латеральным плодоношением и сдержанным ростом, в 2016 г. нами были получены сеянцы от посева семенного материала форм среднеазиатского происхождения и среди них отобраны скороплодные формы, вступившие в плодоношение во второй год вегетации. Кроме того, были интродуцированы двух-трехлетние сеянцы скороплодных латеральных сортоформ, являющихся семенным потомством 3-4-го поколения от среднеазиатских форм ореха грецкого.

Учитывая тот факт, что все изучаемые образцы являются ультраскорплодными – вступили в плодоношение во второй год вегетации, на данный момент можно говорить о начальной фазе периода полного плодоно-

шения, что дает возможность провести объективную оценку хозяйственно-биологических характеристик.

В связи с этим в рамках исследования была поставлена задача провести первичную оценку по таким признакам, как сроки созревания плодов, габитус растений, тип плодоношения, соотношение закладки плодов из латеральных и апикальных почек (% латеральности), количество плодов в соплодии, характеристики плодов, включая ряд биохимических показателей.

Объекты и методы исследования. Объектами изучения послужили сеянцы ореха грецкого возраста 5-6 лет, полученные из семян деревьев, произрастающих в Тульской и Саратовской области и представляющих 3-4 поколение от среднеазиатских скороплодных форм с латеральным плодоношением, полученным в результате свободного опыления в соответствующих регионах. Изучение образцов проводили в 2022 году, на участке интродукции и первичного сортоизучения на вегетационной площадке ФГБНУ СКФНЦСВВ, расположенном в прикубанской плодовой зоне садоводства Краснодарского края. Культура корнесобственная, не орошаемая, схема посадки 3х2 м. Почвы опытного участка представлены мощными малогумусными черноземами. Защитных мероприятий, направленных на борьбу с фитопатогенами, не проводили в связи с необходимостью получения информации о степени устойчивости образцов. Оценка по изучаемым хозяйственно-биологическим характеристикам проводили согласно общепринятым селекционным методам [16-18]. Тип плодоношения оценивали с учетом рекомендаций Solar A. et al, 2003 [11], биохимический анализ проводили методом капиллярного электрофореза [20].

Обсуждение результатов. *Сроки созревания плодов* Оценка срока созревания плодов показала выравненность по данному признаку в выборке изученных образцов. Интервал между созреванием плодов у наиболее раннеспелых образцов и наиболее позднеспелых составил 10-12 дней. К

группе образцов с более ранним созреванием могут быть отнесены образцы 16-СИ-2, 16-СИ-3, 16-СИ-4, 16-СИ-7, 16-СИ-8, 16-СИ-9, 16-СИ-10, 16-Т-1 и 16-Т-2. Созревание плодов у данных форм наступило в период 18-21 сентября, что относит их к среднепоздним по сроку созревания. Образцы 16-СИ-5 и 16-СИ-6 могут быть отнесены к позднеспелым – эта фаза развития плодов наступила на 8-10 дней позже. Факт того, что у значительной группы образцов созревание плодов происходило одновременно, может быть объяснен тем, что они были получены из семенного материала трех деревьев: Саратовский идеал 2 и Саратовский идеал 3 (эти родительские формы являются полусибсами) – образцы 16-СИ-2, 16-СИ-3, 16-СИ-4, 16-СИ-7, 16-СИ-8, 16-СИ-9, 16-СИ-10 и Тула 13 – образцы 16-Т-1 и 16-Т-2.

Необходимо особо выделить образец 17-СИ-6, который выделился сжатым периодом созревания и соответствующим растрескиванием околоплодников у плодов. Это может быть связано как с физиологическими особенностями, так и с очень высоким уровнем компактности кроны, что также видно из рисунка 1.

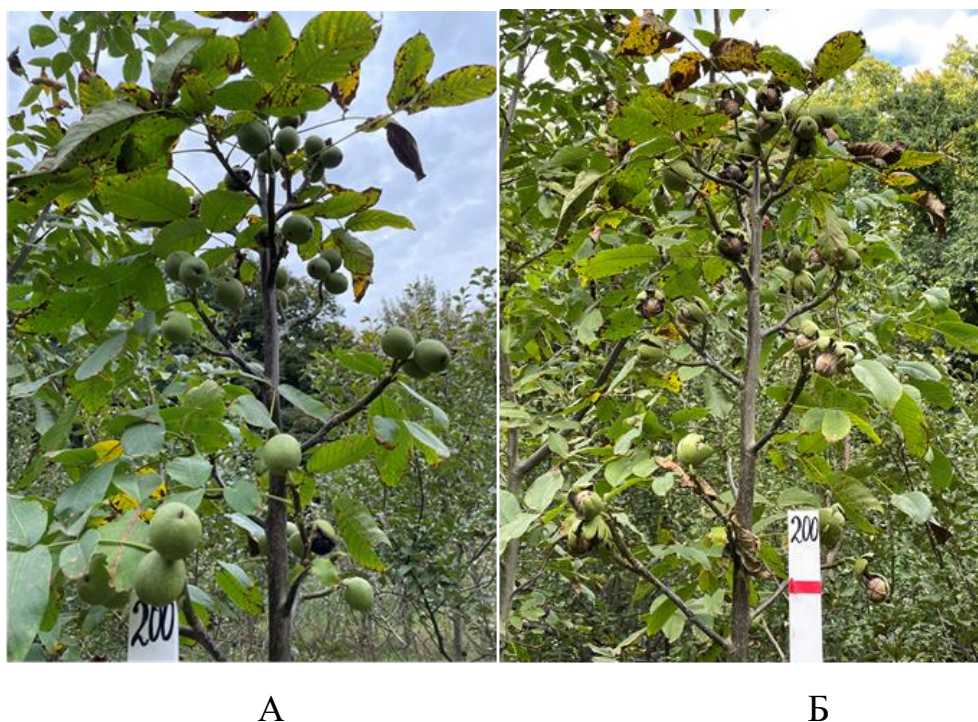


Рис. 1. Созревание плодов у образца 16-СИ-6.
А – 20.09.2022, Б – 29.09.2022

Как правило, разница в сроках созревания плодов на одном дереве обусловлена их положением в кроне (разница в созревании плодов на верхушке дерева и на ветвях нижнего яруса может составлять до 4-5 дней) и высокий уровень компактности кроны дерева способствует созреванию плодов в одни сроки.

Выявленная особенность этого образца является ценным селекционным признаком, однако окончательный вывод будет сделан по мере увеличения его размеров – к семи-восемилетнему возрасту.

Габитус растений и тип плодоношения. В целом, по результатам наблюдения сделан вывод о наличии признака сдержанного роста у всех изученных образцов. При этом уровень компактности ветвления кроны имел незначительные различия. Все изученные образцы обладали средним уровнем компактности кроны, однако превышали по компактности кроны сорт Десертный, также произрастающий на вегетационной площадке и послуживший одним из контролей по данному признаку.

Степень компактности кроны у всех образцов, за исключением 16-СИ-6, сопоставима с сортом Дачный. Указанный образец обладает более компактной кроной, близкой к спуровой (рис. 2), что в определенной степени уникально для грецкого ореха. При оценке выраженности признака «латеральное плодоношение» было выявлено, что наибольшим уровнем закладки плодов на боковых побегах (до 70-80 %) обладают образцы 16-СИ-6 и 16-Т-1. Остальные изученные образцы формируют около 50-60 % плодов на боковых побегах, что также является высоким показателем по данному признаку и определяет большой потенциал продуктивности. Кроме того, у всех изученных образцов был зафиксирован верхушечно-приверхушечный тип плодоношения, при котором плодоносный побег текущего сезона формируется как из апикальной почки, так и из следующей за

ней на побеге. Таким образом, в зоне верхушки формируются два генеративных побега.



Рис. 2. Общий вид растения сортообразца 16-СИ-6

Оценка количества плодов в соплодии выявило близкие показатели: у всех изученных растений данный коэффициент находится в пределах 1,8-2,3. Преобладают соплодия с двумя орехами (около 40-50 %), встречаются также соплодия с тремя и четырьмя плодами – 20-25 % и 5-7 % соответственно. Одиночные плоды представлены в 25-35 % случаев. Гроздевидных соплодий, включающих 5-10 орехов, не было выявлено, что является положительной характеристикой, так как при закладке плодов в гроздях высока вероятность формирования их с большой разницей в массе и размерах (до 70-100 %). Примеры латерального плодоношения, а также различные типы соплодий у разных образцов приведены на рисунке 3.



Рис. 3. Соплодия и боковое плодоношение у некоторых изученных образцов

Качество плодов. Признаки, формирующие качество плодов, являются одними из наиболее важных для формирования потребительской привлекательности плодов ореха грецкого, а также технологичности при их промышленной переработке. Для всех изучаемых образцов были получены данные по наиболее важным признакам качества. На рисунке 4 приведены примеры некоторых из изученных образцов, различающихся по признакам, определяющим качество плодов. Показатели размера и массы у образцов варьировали. Так, максимальная масса ореха составила около 12 грамм (образец 16-СИ-4), минимальная – чуть более шести грамм (образец 16-СИ-3).

Такой важный показатель как выход ядра варьировал в пределах от 41,3 % до 62,7 %. На рисунке 4 видны примеры разной степени извлекаемости ядра из скорлупы, а также различия в цвете ядра. Обобщенные данные по признакам, формирующим качество плодов, приведены в таблице 1.

Исходя из показателя массы ореха можно сказать, что все изученные образцы, за исключением образца 16-СИ-4 относятся к мелкоплодным. В связи с этим, наиболее перспективным является использование этих образцов для личного подсобного хозяйства, особенно учитывая их сдержанный рост.



Рис. 4. Плоды образцов ореха,
контрастных по оцениваемым признакам

По комплексу признаков качества плодов наиболее ценным является образец 16-Т-1, у которого выход ядра составляет более 62 %, ядро светлое и очень легко извлекается, чаще всего целиком. В связи с биологической ценностью плодов ореха грецкого, нами был также выполнен анализ некоторых биохимически показателей, которые приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, изученные биохимические характеристики существенно варьируют. По содержанию жиров выделяются образцы

16-СИ-2 и 16-СИ-4. Эти образцы, наряду с образцами 16-СИ-3, 16-СИ-5 и 16-СИ-8, в соответствии с принятой ранжировкой ореха грецкого по содержанию жиров, могут быть отнесены к категории среднемасличных. Остальные образцы являются низкомасличными. Данный факт, несмотря на то, что имеет определенный отрицательный эффект (высокое содержание жиров соответствует более высокому содержанию полиненасыщенных жирных кислот), может иметь и положительный эффект, так как низкое содержание жиров способствует повышению органолептических качеств за счет снижения жирности плодов, ощущаемой при их употреблении в пищу.

Таблица 1 – Признаки качества плодов у изученных образцов ореха грецкого

Образец	Масса ореха (грамм)	Выход ядра (%)	Толщина скорлупы (мм)	Извлекаемость ядра*	Цвет ядра
16-СИ-2	8,2	43,2	1,3-1,5	1/2, 1/4	Соломенный
16-СИ-3	6,4	55,4	1,0-1,3	1/2, 1/4	Соломенный
16-СИ-4	11,8	43,4	1,3-1,5	1/4	Темно-соломенный
16-СИ-5	8,9	52,5	1,0-1,2	1/2	Темно-соломенный
16-СИ-6	8,7	54,1	1,4-1,6	1/2, 1/4	Светло-соломенный
16-СИ-7	9,4	41,3	1,5-1,7	1/4	Соломенный
16-СИ-8	8,5	46,7	1,5-1,7	1/2, 1/4	Темно-соломенный
16-СИ-9	7,1	42,5	1,3-1,5	1/4	Светло-соломенный
16-СИ-10	7,1	52,4	0,6-0,7	1/2	Светло-соломенный
16-Т-1	7,4	62,7	0,5-0,7	1/1, 1/2	Светло-соломенный
16-Т-2	7,2	51,3	0,8-1,0	1/2	Темно-соломенный

Примечание: * 1/1 – извлекается целиком, 1/2 – извлекается половинками, 1/4 – извлекается четвертинками

Таблица 2 – Признаки качества плодов у изученных образцов
ореха грецкого

Образцы	Водо- растворимые сухие вещ-ва, %	Фенольные вещества (мг/кг)	Жир, %	К, мг/кг	Na, мг/кг	Mg, мг/кг	Ca, мг/кг
16-СИ-2	8	3454	66,1	6400	51	1152	246
16-СИ-3	9	4000	59,3	3716	28	806	179
16-СИ-4	12	2000	64,5	2800	118	643	158
16-СИ-5	6	4910	60	1871	38	360	89
16-СИ-6	10	2090	52,8	2513	26	463	109
16-СИ-7	11	2545	56	2539	46	533	37
16-СИ-8	11	4454	61,3	2324	37	413	94
16-СИ-9	10	4545	59,6	3670	30	435	115
16-СИ-10	10	2420	55	3360	26	719	113
16-Т-1	9	2120	54,1	2860	89	753	117
16-Т-2	5	2180	51,4	2727	23	448	87

Содержание фенольных соединений, как макроэлементов значительно варьирует. Отдельно стоит выделить образец 16-СИ-2, который отличается по комплексу биохимических характеристик: наряду с повышенным содержанием жиров (в сравнении с остальными изученными образцами) он выделяется содержанием калия, магния и кальция. Кроме того, данный образец имеет повышенное содержание фенольных соединений, обладающих антиоксидантной активностью [21]. Данный образец может быть рекомендован для получения продукции с повышенной биологической активностью.

Выводы. В результате оценки интродуцированных образцов ореха грецкого, обладающих скороплодностью, были выявлены образцы, перспективные для использования в селекционной работе, а также для дальнейшего сортоиспытания в целях отбора новых высокопродуктивных сортов. Было выявлено, что все изученные образцы обладают сдержанным ростом и латеральным типом плодоношения (от 50 до 80 % плодов формируется на боковых побегах).

Установлено, что преобладает формирование соплодий с двумя-тремя плодами наряду с латеральным плодоношением способствует повы-

шению потенциала продуктивности. По данным показателям все изученные формы являются источниками признаков. С учетом таких характеристик как выход ядра, цвет и его извлекаемость можно определить следующие наиболее перспективные образцы: 16-СИ-5, 16-СИ-6, 16-СИ-10, 16-Т-1, 16-Т-2. Они являются источниками комплекса селекционно-ценных признаков и могут быть использованы в селекции.

На основании данных биохимического анализа выявлен образец – 16-СИ-2, обладающий повышенным содержанием биологически активных веществ, а также жиров, что может быть основанием для использования его в селекции по данным признакам. Также по результатам работы, формы 16-СИ-6 и 16-Т-1 включены в элитные формы и в дальнейшем могут рассматриваться как кандидаты в сорта, наиболее перспективные к использованию в секторе ЛПХ.

Литература

1. Рынок фундука и грецкого ореха в России. Тенденции и прогноз развития. Исследование рынка России. <https://vvs-info.ru/unit/rynok-funduka-i-greetskogo-orekha-v-rossii-tendentsii-i-prognoz-razvitiya/>
2. Ros E., Izquierdo-Pulido M., Sala-Vila A. Beneficial effects of walnut consumption on human health role of micronutrients // Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care. 2018.V.21. P. 498-504
3. Martínez M., Labuckas D., Lamarque A., Maestri D. Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, by-products // Science of food and agriculture. 2010. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4059>.
4. Pereira J.A., Oliveira I., Sousa A., Ferreira I., Bento A., Estevinho L. Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars // Food and Chemical Toxicology. 2008. №46. P. 2103–2111.
5. Uzunova G., Perifanova-Nemska M., Stojanova M. and Gandev St. Chemical composition of walnut oil from fruits on different years old branches // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2015. V. 21 (No 3). P. 494-497
6. Amaral J.S., Cunha S. C., Alves M. R., Pereira J. A. et al. Triacylglycerol Composition of Walnut (*Juglans regia* L.) Cultivars: Characterization by HPLC-ELSD and Chemometrics // J. Agric. Food Chem. 2004. V.52. P. 7964–796.
7. Christopoulos M., Tsantili E. Oil composition in stored walnut cultivars – quality and nutritional value // Eur. J. Lipid Sci. Technol. 2015. V.116.
8. Луговской А.П., Балапанов И.М. Хозяйственные и биологические особенности отборных форм ореха грецкого в условиях юга России [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 52(4). С. 30-41. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/18/04/04.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-4-52-30-41 (дата обращения: 24.10.2022).

9. Khadivi A., Montazeran A., Yadegari P. Superior spring frost resistant walnut (*Juglans regia* L.) genotypes identified among mature seedling origin trees // *Scientia Horticulturae*. 2019.V. 253. P.147-153.
10. Hendricks L.C. Cultivar choices for California walnut growers // *Acta Horticulturae*. 1995. V. 442. P. 265-270.
11. Solar A., Štampar F. Genotypic differences in branching pattern and fruiting habit in common walnut (*Juglans regia* L.) / *Annals of Botany*. 2003. V. 92. P. 317-325.doi.10.1093/aob/mcg137
12. Richards C. M. et al. Genetic diversity and population structure in *Malus sieversii*, a wild progenitor species of domesticated apple // *Tree Genetics & Genomes*. – 2009. – T. 5. – № 2. – P. 339-347.
13. Volk G. M. et al. Genetic diversity and disease resistance of wild *Malus orientalis* from Turkey and Southern Russia // *Journal of the American Society for Horticultural Science*. – 2008. – V.133. – №. 3. – P. 383-389.
14. Hassani D., S. Sarikhani, R. Dastjerdi, R. Ahmoudi, A.Soleimani, K. Vahdati Situation and recent on cultivation and breeding of Persian walnut in Iran // *Scientia Horticulturae*.2020. V. 270. P. 109369
15. S. Cosmulescu, M. Botu Walnut biodiversity on South-Western Romania-Resource for perspective cultivars // *Pak. J. Bot.* 2012. 44(1). P. 307-311.
16. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве / под ред. Г.В. Еремина. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. 569 с.
17. Луговской А.П., Супрун И.И., Балапанов И.М., Подгорная М.Е. Современные сорта и технологии возделывания Грецкого ореха в условиях юга России: методические рекомендации. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018. 69 с.
18. Сухоруких Ю.И., Луговской А.П., Биганова С.Г. Программа и методика селекции ореха грецкого. Майкоп: ООО «Качество», 2007. 57 с.
19. Супрун И.И., Луговской А.П., Балапанов И.М. Интродукция новых форм и пополнение генофонда ореха грецкого как основа улучшения сортимента культуры на юге России [Электронный ресурс] // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2016. № 39(3). С. 26-41. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/16/03/03.pdf>. (дата обращения: 24.10.2022).
20. Брыкало А.В. Применение капиллярного электрофореза и газовой хроматографии для исследования биологически активных соединений. Краснодар: КубГАУ, 2019. 120 с.
21. Wu S., Shen D., Wang R., Li Q. et al. Phenolic profiles and antioxidant activities of free, esterified and bound phenolic compounds in walnut kernel // *Food Chemistry*.2021. V. 350. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129217>.

References

1. Rynok funduka i greckogo orekha v Rossii. Tendencii i prognoz razvitiya. Issledovanie rynka Rossii. <https://vvs-info.ru/unit/rynok-funduka-i-gretskogo-orekha-v-rossii-tendentsii-i-prognoz-razvitiya/>
2. Ros E., Izquierdo-Pulido M., Sala-Vila A. Beneficial effects of walnut consumption on human healthrole of micronutrients // *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. 2018.V.21. P. 498-504.
3. Martínez M., Labuckas D., Lamarque A., Maestri D. Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, by-products // *Science of food and agriculture*. 2010. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4059>.
4. Pereira J.A., Oliveira I., Sousa A., Ferreira I., Bento A., Estevinho L. Bioactive properities and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars // *Food and Chemical Toxicology*. 2008. №46. P. 2103–2111.

5. Uzunova G., Perifanova-Nemska M., Stojanova M. and Gandev St. Chemical composition of walnut oil from fruits on different years old branches // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2015. V. 21 (No 3). P. 494-497
6. Amaral J.S., Cunha S. C., Alves M. R., Pereira J. A. et al. Triacylglycerol Composition of Walnut (*Juglans regia* L.) Cultivars: Characterization by HPLC-ELSD and Chemometrics // J. Agric. Food Chem. 2004. V.52. P.7964–796.
7. Christopoulos M., Tsantili E. Oil composition in stored walnut cultivars – quality and nutritional value // Eur. J. Lipid Sci. Technol. 2015. V.116.
8. Lugovskoj A.P., Balapanov I.M. Hozyajstvennye i biologicheskie osobennosti otbornykh form orekha greckogo v usloviyakh yuga Rossii [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2018. № 52(4). S. 30-41. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/18/04/04.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-4-52-30-41 (data obrashcheniya: 24.10.2022).
9. Khadivi A., Montazeran A., Yadegari P. Superior spring frost resistant walnut (*Juglans regia* L.) genotypes identified among mature seedling origin trees // Scientia Horticulturae. 2019.V. 253. P.147-153.
10. Hendricks L.C. Cultivar choices for California walnut growers // Acta Horticulturae. 1995. V. 442. P. 265-270.
11. Solar A., Štampar F. Genotypic differences in branching pattern and fruiting habit in common walnut (*Juglans regia* L.) / Annals of Botany. 2003.V.92. P. 317-325. doi.10.1093/aob/mcg137
12. Richards C. M. et al. Genetic diversity and population structure in *Malus sieversii*, a wild progenitor species of domesticated apple // Tree Genetics & Genomes. – 2009. – T. 5. – № 2. – P. 339-347.
13. Volk G. M. et al. Genetic diversity and disease resistance of wild *Malus orientalis* from Turkey and Southern Russia // Journal of the American Society for Horticultural Science. – 2008. – V.133. – №. 3. – P. 383-389.
14. Hassani D., S. Sarikhani, R. Dastjerdi, R. Ahmoudi, A.Soleimani, K. Vahdati Situation and recent on cultivation and breeding of Persian walnut in Iran // Scientia Horticulturae. 2020. V. 270. P. 109369
15. S. Cosmulescu, M. Botu Walnut biodiversity on South-Western Romania- Resource for perspective cultivars // Pak. J. Bot. 2012. 44(1). P. 307-311.
16. Sovremennye metodologicheskie aspekty organizacii selekcionnogo processa v sadovodstve i vinogradarstve / pod red. G.V. Eremina. Krasnodar: SKZNIISiV, 2012. 569 s.
17. Lugovskoj A.P., Suprun I.I., Balapanov I.M., Podgornaya M.E. Sovremennye sorta i tekhnologii vozdel'nyaniya Greckogo orekha v usloviyakh yuga Rossii: metodicheskie rekomendacii. Krasnodar: FGBNU SKFNCSSV, 2018. 69 s.
18. Suhorukih Yu.I., Lugovskoj A.P., Biganova S.G. Programma i metodika selekcii orekha greckogo. Majkop: OOO «Kachestvo», 2007. 57 s.
19. Suprun I.I., Lugovskoj A.P., Balapanov I.M. Introdukcija novykh form i popolnenie genofonda orekha greckogo kak osnova uluchsheniya sortimenta kul'tury na yuge Rossii [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2016. № 39(3). S. 26-41. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/16/03/03.pdf>. (data obrashcheniya: 24.10.2022).
20. Brykalo A.V. Primenenie kapillyarnogo elektroforeza i gazovoj hromatografii dlya issledovaniya biologicheski aktivnykh soedinenij. Krasnodar: KubGAU, 2019. 120 s.
21. Wu S., Shen D., Wang R., Li Q. et al. Phenolic profiles and antioxidant activities of free, esterified and bound phenolic compounds in walnut kernel // Food Chemistry. 2021. V. 350. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129217>.