

УДК 634.54 (470.6)
ББК 42.357
С-91

Сухоруких Юрий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и лесного дела экологического факультета ФБГОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет» Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, № 191, e-mail: drsuchor@rambler.ru.

Биганова Светлана Герсановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры информационной безопасности и прикладной информатики факультета информационных систем в экономике и юриспруденции ФБГОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет», Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, № 191, e-mail: svetlanabiganova@yandex.ru.

ПОЛИМОРФИЗМ КАЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ЛЕЩИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ (рецензирована)

Исследован полиморфизм и характер распределения хозяйственно-значимых признаков лещины в естественной популяции на Северо-Западном Кавказе. Естественный отбор по вкусу, неразрушаемости ядра и крепости скорлупы имеет направленность в сторону улучшения признаков; наличие шелухи на ядре, цвет скорлупы – в сторону ухудшения. Отбор хозяйственно-ценного генофонда вида в местной популяции перспективен и обеспечивает положительный генетический прогресс.

Ключевые слова: полиморфизм, закон параллелизма, лещина, качество плодов, вкус, крепость и цвет скорлупы, неразрушаемость ядра, наличие шелухи на ядре, распределение, генетический прогресс.

Sukhorukikh Yuri Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, professor of the Department of Landscape Architecture and Forestry of the Environmental Faculty of FSBEI HPE «Maikop State Technological University», The Republic of Adyghea, Maikop, 191 Pervomayskaya Str., drsuchor@rambler.ru.

Biganova Svetlana Gersanovna, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department of Information Security and Applied Computer Science of the Faculty of Information Systems in Economics and Law of FSBEI HPE «Maikop State Technological University», The Republic of Adyghea, Maikop, 191 Pervomayskaya Str., svetlanabiganova@yandex.ru.

POLYMORPHISM OF QUALITATIVE FEATURES OF HAZELNUT IN THE NORTH - WEST CAUCASUS (reviewed)

Polymorphism and distribution of economically important traits of hazelnut in natural populations in the Northwest Caucasus have been studied. Natural selection according to taste, indestructibility and strength of the core is oriented towards improving the properties, and presence of husk on the kernel, the color of the shell - to the worse. Selection of economic- valuable genetic diversity of local populations of the species is perspective and provides a positive genetic progress.

Keywords: polymorphism, the law of parallelism, hazel, fruit quality, flavor, strength and color of the shell, core indestructibility, the presence of husk on the core, distribution, genetic progress.

Введение

Лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.) является ценным пищевым растением, значительно распространенным на Северо-Западном Кавказе. Здесь она произрастает естественно до высоты 1800 м н.у.м. совместно с дубом, буком, а в некоторых местах с пихтой [5]. Лучшую урожайность растение проявляет на открытых площадях и по опушкам. Культурные формы вида получили название фундук. Дефицит в плодах этого растения весьма значителен и селекционерами ведется постоянная работа по совершенствованию его сортимента. Существующие программы селекции ориентированы на преимущественное получение гибридного потомства от имеющихся сортов и перспективных культурных форм, тогда как генетический потенциал естественных лесных участков остается слабо изученным и практически не используется [3].

Для прогноза наличия растений с нужными признаками предлагается использовать закон параллелизма, дополняющий закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. Он базируется на определении эпизодической изменчивости признаков и последующем нахождении в популяции вида

особей с такой же изменчивостью [4]. Предполагается, что это позволит ускорить селекционный процесс за счет ответа – следует ли осуществлять поиск нужных форм или они отсутствуют, и тогда необходимо применять другие методы получения требуемого генофонда.

Используя данные о выделенных формах, возможно выполнить прогноз и оценить перспективы возможного улучшения хозяйственно-ценных признаков плодов, на которые ведется селекция [2, 7].

В отношении лещины в современных программах значительное внимание уделяется селекции на качество плодов [3, 5]. Рекомендуется использовать следующие селекционные признаки качественных показателей орехов – прочность и цвет скорлупы, вкус, наличие шелухи и неразрушаемость ядра при раскалывании [1, 5]. Изучением некоторых показателей дикорастущих форм лещины занимались ряд исследователей, но их работы носили разрозненный характер, оценка велась не по всем показателям. Не был сделан и прогноз по возможному улучшению селекционно-значимых признаков при отборе перспективного генофонда в местных популяциях лещины.

Объекты и методика работ

Для выполнения исследований закладывались пробные площади на высоте 200-250, 450-600, 1400-1500 м над уровнем моря. На каждом участке случайным образом собиралось около 250 плодов, по одному ореху с куста, всего 771 плод. После установления формового разнообразия по отдельным плодам, принимаемого за эпизодическую изменчивость, составлялись шкалы изменчивости хозяйственно значимых признаков в популяции. На их основе производили целенаправленный поиск растений (форм), имеющих такую изменчивость. С них собирали и анализировали не менее 30 плодов. При наличии в этой совокупности более 90% орехов с признаками, соответствующими эпизодической изменчивости, делали вывод, что особь (форма) имеет эту изменчивость. При наличии трех и более особей каждой градации изменчивости считалось, что действенность закона параллелизма подтверждается.

Качественные признаки оценивались в баллах по методике [5]. Для оценки генетического прогресса проводили моделирование отбора по следующему принципу. Условно каждый плод принимали за форму и производили его комплексную оценку. В качестве кандидатов в плюсовые выделяли (после оценки

отдельных плодов) предполагаемые формы, имеющие показатели плодов не менее 90% от нижнего значения для лучших форм по общему баллу – 39 и более (типичная ошибка при полевом отборе). К плюсовым относили формы, равные или превышающие нижнее значение лучших форм по всем показателям. Их отбирали непосредственно на лесных участках и после лабораторного изучения делали заключение о соответствии. Для снижения возможных ошибок со стандартом сравнивалась не одна лучшая форма (кандидат в сорта), а среднее значение из трех, имевших наибольшую балльную оценку и попавших в селекционную категорию – плюсовые. В качестве стандарта использовался сорт Черкесский 2. Кандидаты в сорта и стандарт произрастали в нижнегорной части на высоте около 300 м н.у.м. Данные обрабатывались статистическими методами [6], прогноз генетического прогресса производили по Петрову С.А. [2].

Результаты и обсуждение

При изучении эпизодической изменчивости плодов вида в местной популяции установлено, что здесь присутствуют все градации хозяйственно ценных признаков орехов, отмечаемые как значимые в литературе [1, 5].

Выделено следующее эпизодическое разнообразие. По вкусу – очень хороший, сладковатый, хороший, посредственный, плохой, очень плохой. По наличию шелухи на ядре – ядро без неё, слабо, средне, сильно покрыто шелухой. По неразрушаемости ядра при раскалывании ореха – цельное, с отколовшимися небольшими кусочками, с отколовшимися средней величины кусками или двоядерные, сильно поврежденные ядра. По крепости скорлупы – раскалываемая легко, со средним усилием, с трудом и при большом усилии. По цвету скорлупы – светлые, блестящие, средней интенсивности слегка блестящие, темные, матовые землистого оттенка. При целенаправленном поиске обнаружены все формы растений в количестве не менее трех особей, что подтверждает практическую значимость закона параллелизма.

Однако для селекции обычно важны только особи, имеющие наилучшие показатели требуемых признаков. Для лещины в качестве таковых отмечены следующие формы. Без шелухи – №4, №5, №6; вкус очень хороший – №3, №4, №7, №8, №10; светлые тона, блестящие – №4, №10, №11, №13; неразрушаемость ядра (цельное) – №2, №3, №8, №10, №11, №12; крепость скорлупы (легко раскалываемые) – №2, №7, №8, №11, №13.

Исследование распределения и возможного генетического прогресса при моделировании процесса отбора по отдельным качественным признакам приводится ниже.

Вкус ядра. В пределах популяции по вкусу ядра у лещины естественный отбор направлен в сторону улучшения признака (рис. 1. а.). При балльной оценке наблюдается значительная левосторонняя асимметрия ($As = -0,68$, критерий существенности – 7,74). В данном случае естественный отбор совпадает с целями селекции, и она имеет хорошие перспективы на успех.

Значения изучаемого показателя имеют плосковершинное распределение ($Ek = -0,15$).

Средняя величина признака в популяции составила 11,84 балла. При выделении кандидатов в плюсовые она возросла до 12,88 (113 особей), а при отборе плюсовых (12 особей) составил 14,25, при максимальном значении 15 баллов.

При делении совокупности по хозяйственной значимости вкуса – неприемлемый – (градации – очень плохой, плохой, посредственный) и пригодный – (градации – хороший, очень хороший) уже при выделении кандидатов в плюсовые возможно добиться высоких показателей (табл. 1).

Значение признака у стандартного сорта Черкесский-2 составляет 13,5 балла, у трех кандидатов в сорта изменяется от 13,74 до 15 баллов, в среднем 14,37 балла (табл. 2).

Прогнозируемый генетический прогресс при разных значениях коэффициента наследуемости представлен на (рис. 2а).

Из данных следует, что при коэффициенте наследуемости выше 0,66 генетический прогресс приобретает положительное значение, а при значении 1.0 имеет максимальное значение – 6,44%. Таким образом, в естественных популяциях у лучших форм вкус ядра может быть лучше, чем у стандартного сорта фундука.

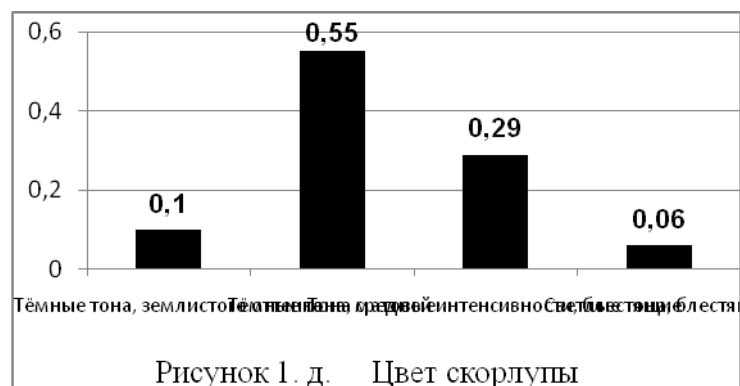
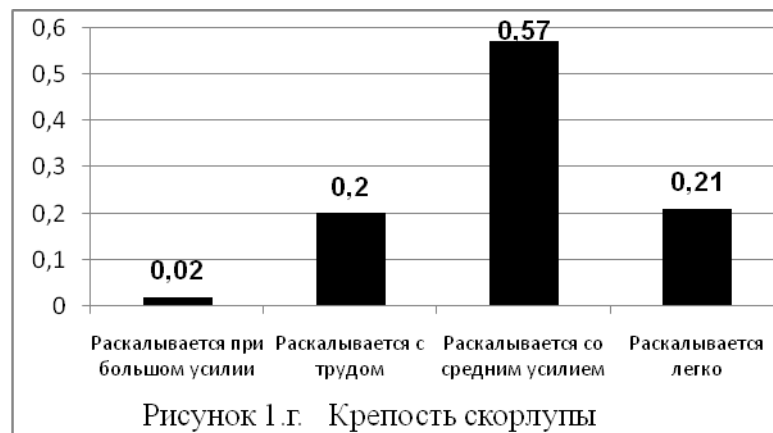
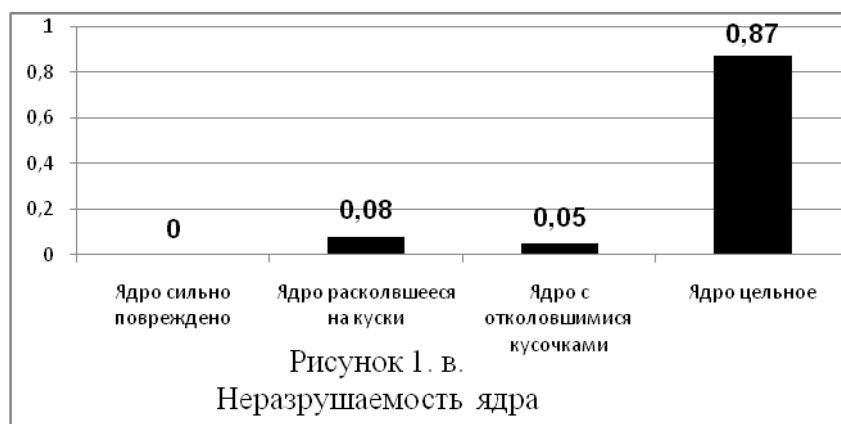
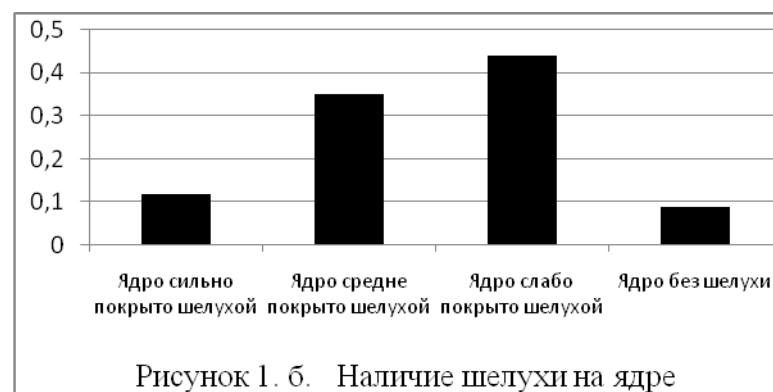
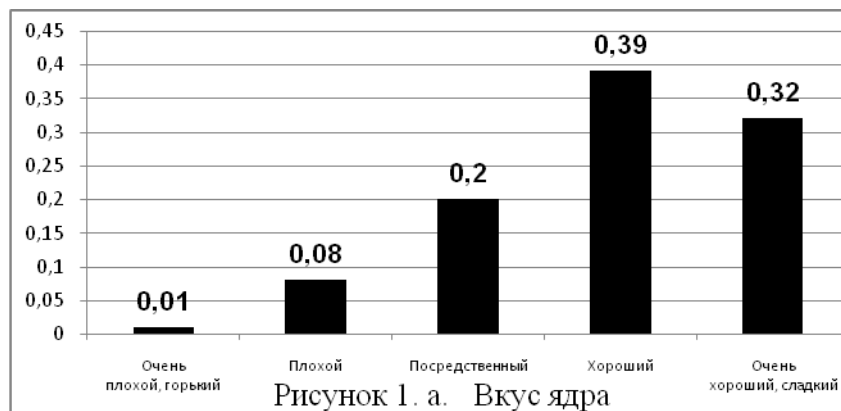


Рис. 1. Распределение качественных показателей плодов лещины в естественной популяции

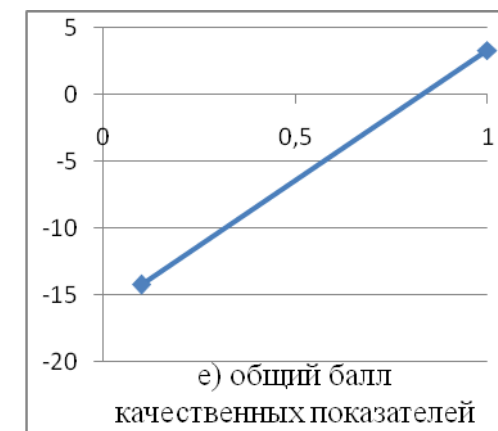
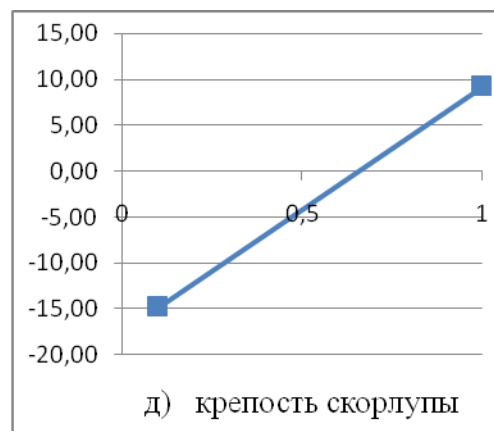
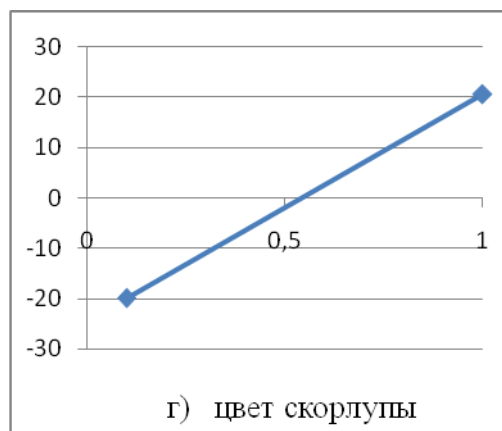
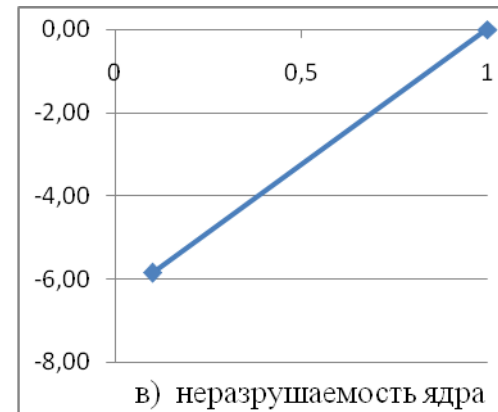
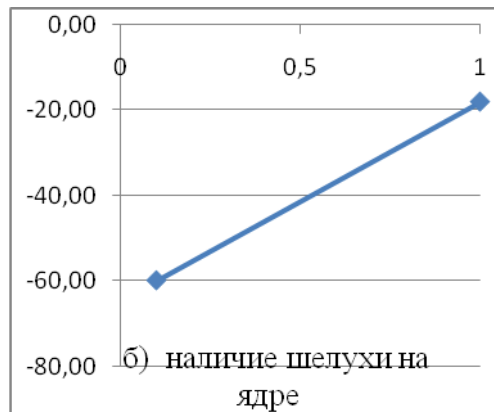
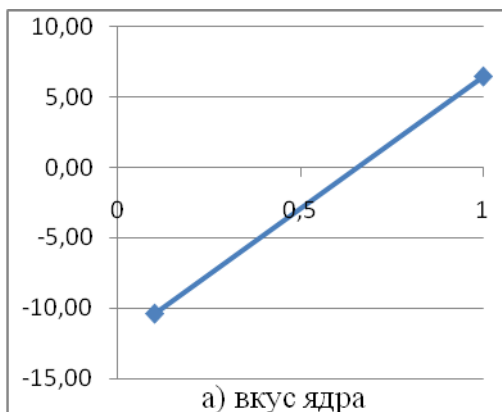


Рис. 2. Прогнозируемый генетический прогресс качественных показателей плодов лещины при различных значениях коэффициента наследуемости

Таблица 1 - Распределение по группам вкуса различных селекционных категорий растений лещины

Селекционная категория	Доля растений с признаками вкуса		Среднее значение признака, балл
	Очень плохой – посредственный	Хороший – очень хороший	
Популяция	0,19	0,81	11,84
Кандидаты в плюсовые	0	1,00	12,88
Плюсовые	0	1,00	14,25

Таблица 2 - Значения качественных показателей плодов лещины у стандартного сорта и выделенных лучших форм

Сорт, форма	Вкус	Наличие шелухи	Неразрушаемость ядра	Крепость скорлупы	Цвет скорлупы
Черкесский-2	13.5	3.33	10	3.6	0.89
Форма 4	15	3.33	10	4	1.33
Форма 7	14.37	1.54	10	4	1.33
Форма 17	13.74	3.33	10	3.79	0.56
Среднее по формам	14.37	2.73	10	3.93	1.07

Наличие шелухи на ядре. Шелуха изменяет вкус ядра в худшую сторону и требует дополнительных затрат на их очистку. По данному признаку в местной популяции лещины наблюдается ассиметричное распределение (рис. 1б).

Асимметрия значительная, правосторонняя, естественный отбор направлен в сторону ухудшения признака ($A_s = 1,3$, критерий существенности – 14,82). Распределение значений островершинное ($E_k = 0,82$).

В популяции доля плодов с хозяйственными признаками слабо покрытые – без шелухи составляет 46%, более низкого качества – 54%. При отборе кандидатов в плюсовые доля особей с ядром сильно и средне покрытыми шелухой ядрами снижается, а без шелухи и слабо покрытые шелухой возрастает в четыре раза (табл. 3).

Таблица 3 - Распределение растений по наличию шелухи на ядре у различных селекционных категорий растений лещины

Селекционная категория	Доля растений с признаками наличия шелухи на ядре		Среднее значение признака, балл
	Ядро сильно-средне покрыто шелухой	Ядро слабо покрыто без шелухи	
Популяция	0,54	0,46	1.18
Кандидаты в плюсовые	0,20	0,80	1,96
Плюсовые	0	1,00	2,87

При выделении плюсовых особи с низким качеством по этому показателю отсутствуют. У кандидатов в сорта среднее значение признака несколько понижается и составляет 2,73 балла, против 3, 33 балла у стандарта (табл. 2.).

Это связано с тем, что у одной из форм признак оценивается в 1,53 балла, что соответствует характеристике – ядро слабо покрыто шелухой. Для практического использования он приемлем, но общую оценку отбираемого генофонда снижает. Таким образом, при первичном отборе кандидатов в плюсовые возможно существенное улучшение этого признака, однако у кандидатов в сорта генетический прогресс может и не достигнуть положительного значения (рис. 2б).

С учетом этого не исключается, что с целью его повышения для отдельных форм потребуются проведение дальнейших селекционных работ.

Неразрушаемость ядра. При переработке орехов важным показателем является неразрушаемость ядра после раскалывания скорлупы. По этому показателю в популяции естественный отбор направлен в сторону неразрушаемости (рис. 1в).

Асимметрия левосторонняя, значительная ($A_s = -2,62$, критерий – $29,77$). Значения показателя имеют островершинное распределение ($E_k = 5,36$).

Таблица 4 - Распределение растений по неразрушаемости ядра у различных селекционных категорий растений лещины

Селекционная категория	Доля растений с признаками неразрушаемости ядра		Среднее значение признака, балл
	Ядро сильно повреждено – с отколовшимися кусками средней величины	Ядро цельное – с отколовшимися небольшими кусочками	
Популяция	0.08	0.92	9.35
Кандидаты в плюсовые	0.08	0.92	9.89
Плюсовые	0	1.00	10.00

В популяции и при отборе кандидатов в плюсовые хозяйственно ценные формы с цельными ядрами и с небольшими повреждениями при переработки составляют 92%. При выделении плюсовых у всех особей ядро неразрушаемое.

Изменение генетического прогресса по данному признаку при отборе кандидатов в сорта представлено на (рис. 2в).

Как следует из полученных данных, у стандарта имеется наибольшее значение признака и превысить его невозможно. При отборе следует ориентироваться только на достижение аналогичного значения, что и наблюдается при практическом отборе.

Крепость скорлупы. Играет определенную роль при переработке орехов. Распределение этого показателя представлено на рисунке 1 г).

Таблица 5 - Распределение растений по крепости скорлупы у различных селекционных категорий растений лещины

Селекционная категория	Доля растений с признаками крепости скорлупы		Среднее значение признака, балл
	Раскалываются при большом усилии – с трудом	Раскалываются со средним усилием – легко	
Популяция	0,22	0,78	2,97
Кандидаты в плюсовые	0,08	0,92	3,16
Плюсовые	0	1,00	3,75

Бальные значения признака распределяются асимметрично. Асимметрия левосторонняя, несколько выше незначительной ($A_s = -0.28$, критерий существенности – $3,22$). Показатели имеют плосковершинное распределение ($E_k = -0.08$).

Хозяйственно ценные признаки орехов смещены в сторону – средне-легко раскалываемые. В популяции они составляют 78%. При выделении кандидатов в плюсовые их участие возрастает до 92%, а при отборе плюсовых особи со скорлупой, раскалываемой с трудом и большим усилием из отбора выпадают. При выделении кандидатов в сорта среднее значение признака у них лучше, чем у стандарта на 9,2%. Изменение генетического прогресса представлено на (рис. 2г).

Из данных следует, что положительное значение прогресса проявляется при значении коэффициента наследуемости выше 0,66.

Цвет скорлупы. Играет определённую роль при реализации орехов в скорлупе. В популяции преобладают особи с плодами темных и средней интенсивности тонов (рис. 1д).

В естественной популяции признаки распределяются асимметрично со смещением в сторону тёмных. Асимметрия значительная, правосторонняя ($A_s = 0.61$, критерий существенности – $6,98$). Распределение островершинное ($E_k = 0.68$).

При выделении кандидатов в плюсовые, доля орехов с цветом средне-светлой окраски возрастает до 73%. Не изменяется она и при выделении плюсовых. Для улучшения показателя,

возможно, потребуется проведение дальнейшей селекции (внутривидовой гибридизации).

Таблица 6 - Распределение растений по цвету скорлупы у различных селекционных категорий растений лещины

Селекционная категория	Доля растений с признаками цвет скорлупы		Среднее значение признака, балл
	Тёмные тона – землистые, матовые	Тона средней интенсивности – светлые	
Популяция	0.65	0.35	0.68
Кандидаты в плюсовые	0.27	0.73	0.86
Плюсовые	0.27	0.73	0.89

При выделении кандидатов в сорта этот показатель может иметь и невысокие значения. Аналогичная картина наблюдается и у стандартного сорта. У него этот показатель на 20,2% ниже, чем у среднего значения кандидатов в сорта. В тоже время у отдельных особей этой группы показатель так же может быть меньше, чем у стандартного сорта. Значения генетического прогресса при отборе по этому показателю приведены на (рис. 2д).

Положительные значения генетический прогресс по цвету скорлупы прогнозируется при величине коэффициента наследуемости в пределах 0,55 и более.

Общий балл качественных признаков. В селекции на комплекс признаков решающее значение при отборе требуемых генотипов важны отдельные признаки не сами по себе, а в оптимальном сочетании. Их выражением у плодов лещины является общая балльная оценка, в данном случае качественных признаков. Распределение значений балльной оценки, складываемой из суммы значений 5 изучаемых признаков, представлено на (рис. 1е). Статистическая обработка выявила наличие несимметричного распределения. Величина асимметрии ($As = -0.95$, критерий существенности 10.82). Асимметрия левосторонняя, значительная. Эксцесс островершинный ($Ek = 1.16$). Генетический прогресс теоретически может приобретать положительное значение при величине коэффициента наследуемости выше 0,83. Анализируя параметры стандартного сорта Черкесский 2 можно отметить его близость к кандидатам в сорта, и следовательно, предположить, что он происходит от местных форм лещины. В общем каждая из выделенных форм в качестве кандидатов в сорта по этому показателю превышает стандарт на 0,5-8,3%. Таким образом, отбор перспективного генофонда в естественных популяциях лещины вполне может быть эффективным.

Выводы.

1. Подтверждена действенность закона параллелизма в отношении изученных качественных показателей плодов лещины.

2. В естественной популяции лещины на Северо-Западном Кавказе направление естественного отбора по хозяйственно-ценным качественным признакам плодов – вкусу, неразрушаемости ядра при раскалывании, крепости скорлупы совпадает с целями искусственного отбора. Показатели – наличие шелухи на ядре, цвет скорлупы имеют отличную от хозяйственных целей направленность естественного отбора.

3. При искусственном отборе хозяйственно ценные признаки плодов имеют тенденцию к существенному улучшению уже при первичном отборе кандидатов в плюсовые. Однако для кандидатов в сорта может потребоваться улучшение некоторых признаков за счет дальнейшей селекции.

4. Отбор хозяйственно-ценного генофонда по качественным признакам плодов лещины в естественных популяциях перспективен и может обеспечить положительный генетический прогресс.

Литература:

1. Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Исуцева Т.А. Изменчивость показателей качества плодов лещины обыкновенной в зависимости от условий произрастания // Новые технологии. 2013. Вып. 1. С. 59-65.

2. Петров С.А. Методы определения и практическое использование коэффициента наследуемости в лесоводстве. М.: тип. ЦБНТИ лесхоза, 1973. 51 с.
3. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. 569 с.
4. Сухоруких Ю.И. Закон параллелизма как дополнение к закону гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2010. Вып. 2. С. 19-23.
5. Лесные плодовые виды Северо-Западного Кавказа. В 3 кн. Кн.1. Кизил, лещина, облепиха, орех грецкий / [Ю.И. Сухоруких и др.] ; под ред. Ю.И. Сухоруких. Майкоп: Качество, 2010. 192 с.
6. Теория статистики: учебник / Р.А. Шмойлова [и др.]; под ред. Р.А. Шмойловой. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2004. 656 с.
7. Царёв А.П., Погиба С.П., Лаур Н.В. Генетика лесных древесных растений: учебник. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. 381 с.

References:

1. Biganova S.G., Sukhorukih Y.I., Isuscheva T.A. The variability of the quality of hazel fruit depending on growing conditions // *New technologies*, Issue 1. 2013. P. 59-65.
2. Petrov S.A. *Methods for determination and practical use of the coefficient of heritability in forestry*. M.: CBSTI of Forestry, 1973. 51 p.
3. *Modern methodological aspects of the organization of the selection process in the horticulture and viticulture*. Krasnodar: NCSRIHandV, 2012. 569 p.
4. Sukhorukikh Y. I. The law of parallelism in addition to the law of homologous series in hereditary variation of N.I. Vavilov // *Herald of Maikop State Technological University*. №2. 2010. P. 19-23.
5. *Forest fruit species of the Northwest Caucasus*. In 3 vol. B. 1: dogwood, hazel, buckthorn, walnut / [Y.I. Sukhorukikh and oth.]; Maikop: Quality, 2010. 192 p.
6. *The theory of statistics: a textbook* / R.A. Shmoilova; ed. R.A. Shmoilova. 4th ed., rev. and add. M.: Finances and Statistics, 2004. 656 p.
7. Tsarev A.P., Pogiba S.P., Laur N.V. *Genetics of forest woody plants: a textbook*. M.: SEI HPE MSFU, 2010. 381 p.