

УДК 630.161

ГИБРИДИЗАЦИЯ ВЯЗОВ *ULMUS L.* В СУХОЙ СТЕПИ ЮГО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

¹Иозус А.П., ¹Завьялов А.А., ²Крючков С.Н.

¹Камышинский технологический институт (филиал)

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,

Камышин, e-mail: ttp@kti.ru;

²ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения» Российской академии наук, Волгоград

В Волгоградской области в 1948–1953 гг. при реализации «Сталинского плана преобразования природы» было создано 5 из 7 государственных лесных полос. К настоящему времени эти лесные полосы усыхают и деградируют – сохранилось всего 30–40% от ранее высаженных деревьев. В ближайшее время планируется восстановить государственные полосы на площади 21,2 тыс. га для борьбы с глобальным потеплением и аридизацией климата. Одной из основных пород защитного лесоразведения являются представители рода вяз. К ним относятся абортген (вяз граболистный *Ulmus caprinifolia*), берест и интродуцированный в Нижнее Поволжье, особенно широко использовавшийся при создании государственных лесных полос вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.). Если эти породы произрастают совместно на лесных площадях, они могут спонтанно скрещиваться и образовывать межвидовые гибриды, у которых отмечается эффект гетерозиса. Главной проблемой, ограничивающей широкое использование вязов, является графийоз, который часто называют голландской болезнью. Важна комплексная оценка полученных гибридов по воздействию разных факторов на рост их семенного потомства. Установлено, что рост потомства в большей степени обусловлен воздействием климатических факторов, чем типов скрещивания, т.е., регулируя экологические условия, можно значительно повысить скорость роста и улучшить качество гибридного посадочного материала. По вязам на юго-востоке европейской территории России направление естественного отбора совпадает с направлением селекционных работ на повышение долговечности, устойчивости и жизнеспособности. Поэтому селекционный отбор вязов на устойчивость и долговечность целесообразно вести среди насаждений, прошедших первичное воздействие естественного отбора и показавших на этом фоне лучшие характеристики.

Ключевые слова: ильмовые, вяз, графийоз, голландская болезнь вяза, гибриды, дисперсионный анализ, экологические факторы

HYBRIDIZATION OF ELMs *ULMUS L.* IN THE DRY STEPPE OF THE SOUTH-EAST OF THE EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA

¹Iozius A.P., ¹Zavyalov A.A., ²Kryuchkov S.N.

¹Kamyshin Technological Institute (branch) of Volgograd State Technical University,

Kamyshin, e-mail: ttp@kti.ru;

²Federal Research Center for Agroecology, Comprehensive Land Reclamation
and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd

In the Volgograd Region in 1948–1953, during the implementation of the “Stalin’s Plan for the Transformation of Nature”, 5 out of 7 state forest strips were created. To date, these forest strips are drying up and degrading – only 30–40% of the previously planted trees have survived. In the near future, it is planned to restore state strips on an area of 21.2 thousand hectares to combat global warming and climate aridization. One of the main breeds of protective afforestation are representatives of the elm genus. These include – native (*Ulmus caprinifolia*), field elm and introduced into the Lower Volga region, especially widely used in the creation of state forest strips, squat elm (*Ulmus pumila* L.). If these breeds grow together in forest areas, they can spontaneously interbreed and form interspecific hybrids that show the effect of heterosis. The main problem limiting the widespread use of elms is graphiosis, which is often called Dutch disease. It is important to comprehensively assess the resulting hybrids according to the impact of various factors on the growth of their seed progeny. It has been established that the growth of offspring is more due to the influence of climatic factors than the types of crossing, regulating environmental conditions can significantly increase the growth rate and improve the quality of hybrid planting material. For elms in the southeast of the European territory of Russia, the direction of natural selection coincides with the direction of breeding work to increase longevity, stability and viability. Therefore, it is advisable to conduct the selection of elms for stability and durability among plantings that have undergone the primary impact of natural selection and have shown the best characteristics against this background.

Keywords: elm trees, elm, graphiosis, Dutch elm disease, hybrids, dispersion analysis, ecological and genetic factors

В Волгоградской области в 1948–1953 гг. при реализации «Сталинского плана преобразования природы» было создано 5 из 7 государственных лесных полос. К настоящему времени эти лесные полосы усыхают и деградируют – сохранилось всего 30–40%

от ранее высаженных деревьев. В ближайшее время планируется восстановить государственные полосы на площади 21,2 тыс. га для борьбы с глобальным потеплением и аридизацией климата [1, 2]. Одной из основных пород защитного лесоразведения

являются представители рода вяз. К ним относятся абориген (вяз граболистный *Ulmus caprinifolia*), берест и интродуцированный в Нижнее Поволжье, особенно широко использовавшийся при создании государственных лесных полос вяз приземистый *Ulmus pumila* L. Если эти породы произрастают совместно на лесных площадях, они могут спонтанно скрещиваться и образовывать межвидовые гибриды, у которых отмечается эффект гетерозиса. Главной проблемой, ограничивающей широкое использование вязов, является графйоз, который часто называют голландской болезнью.

Все вязы входят в род ильм, или вяз (*Ulmus* L.), который относится к семейству ильмовых (Ulmaceae). Вязы могут занимать самые разные почвенные разности, как достаточно плодородные, так и смытые, щебенистые и засоленные. В тяжелых почвенно-растительных условиях интродуцированный вяз приземистый очень тяжело переносит низкие температуры и сильные засухи, которые часто наблюдаются в Волгоградской и Астраханской областях, в этом случае отмечается его массовая гибель.

Вяз сильно поражается грибковыми болезнями и насекомыми. Наиболее опасен для вяза графйоз – голландская болезнь. Определенный вред вязам наносят усачи, златки, листоеды и короеды. Голландская болезнь, причиной которой является *Ceratocystis ulmi* (Buisman) C. Moreau, поставила под сомнение само использование культуры вяза по всему миру, в том числе в защитных лесонасаждениях.

Цели и задачи исследования – провести сравнительную оценку ранее полученного гибридного селекционного материала вяза, выделить наиболее перспективные по росту и состоянию; методом дисперсионного анализа оценить влияние разных факторов на рост в высоту сеянцев гибридов вяза.

Материалы и методы исследования

Первые гибриды вязов были получены И.В. Калининой на Нижневолжской станции по селекции древесных пород ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения» Российской академии наук, г. Камышин в 1981–1985 гг. Руководил программой гибридизационных работ Г.Я. Маттис [3–5].

Селекционерами были проведены прямые и обратные скрещивания, в результате получены гибриды вяз приземистый ×

берест и берест × вяз приземистый, из них и контрольных видов были созданы маточные селекционные насаждения из гибридов F1 и F2, на них проводили изучение роста измерениями высот и диаметров, состояния – учетом сохранившихся деревьев, урожайности по шкале В.Г. Каппера, устойчивости к графйозу по методике Е.Н. Крюковой [5], с обработкой полученных результатов статистическими методами.

Тогда же по методике Е.К. Меркурьевой [6] был организован дисперсионный анализ для определения воздействия разных факторов на рост в высоту гибридов сеянцев вязов с целью изучения особенностей фенотипической изменчивости. Для этого в 2014–2016 гг. с выделенных маточников гибридных деревьев собирались семена, сеянцы выращивались на грядах, по повторностям в соответствии со схемой опыта.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты изучения роста гибридного материала в высоту (рис. 1) показали, что в 9 и 14 лет между гибридами и контролем значительных отличий не наблюдалось. По диаметру (рис. 2) гибриды также не имели значительных отличий, кроме береста, который превосходил по этому показателю и гибриды, и контроль вяз приземистый. По сохранности между селекционными группами имелись определенные отличия (рис. 3). Так, если в 9 лет сохранность всех селекционных категорий была примерно одинаковой, то в 14 лет гибриды и берест превосходили вяз приземистый. На семеношение вяза основное влияние оказывают погодные условия года, предшествовавшего семеношению. Вяз начинает образовывать семена с 6 лет и в возрасте от 9 лет и дальше имеет устойчивое обильное семеношение.

На рис. 4 приведены показатели семеношения в возрасте 9 лет, когда погодные условия были более благоприятными, тогда семеношение всех селекционных групп было примерно одинаковым. В возрасте 14 лет, когда погодные условия были неблагоприятными, повышенным семеношением отличались берест и гибрид берест × приземистый.

Отмечено значительное увеличение в длину и ширину листьев гибридов с берестом. Цветение наступило в 8 лет и отличалось стабильностью, что позволило получать семена второго поколения гибридов и использовать их для изучения введения в испытательные насаждения.

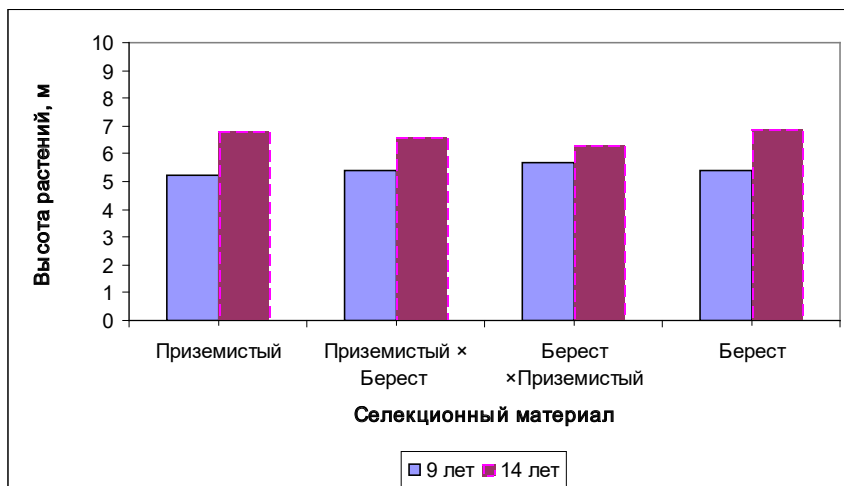


Рис. 1. Рост в высоту гибридов и контроля вязов

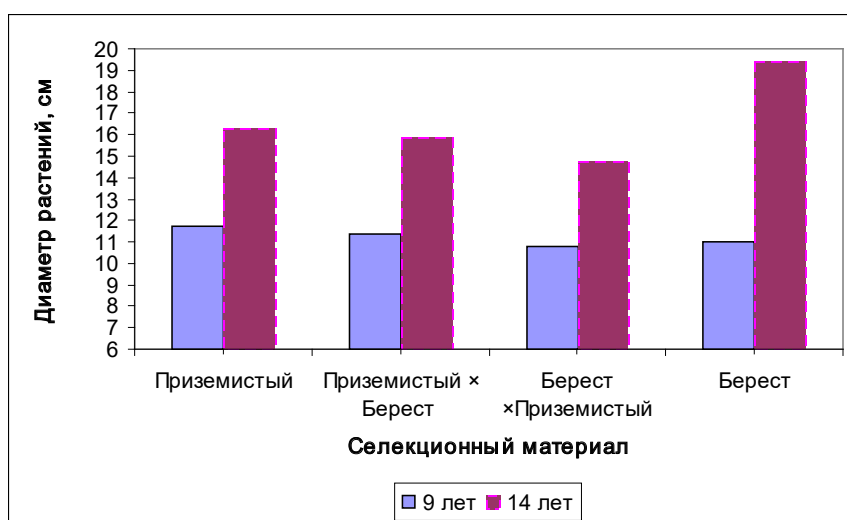


Рис. 2. Рост по диаметру гибридов и контроля вязов

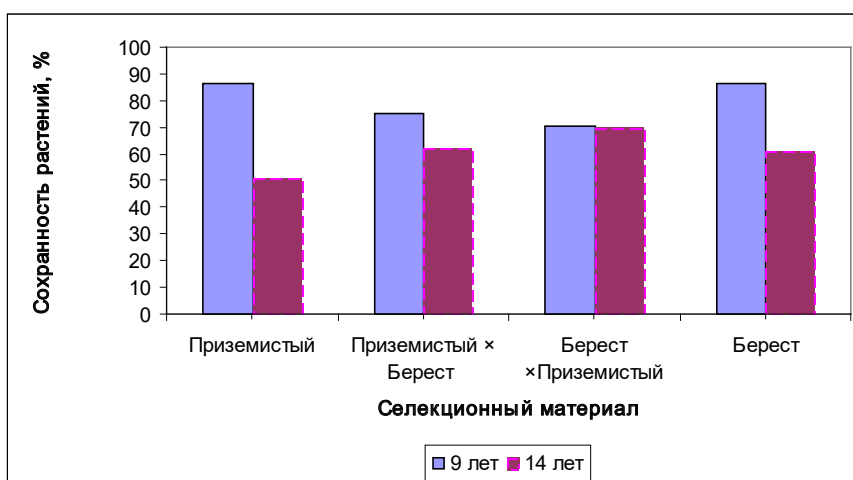


Рис. 3. Состояние гибридов и контроля вязов

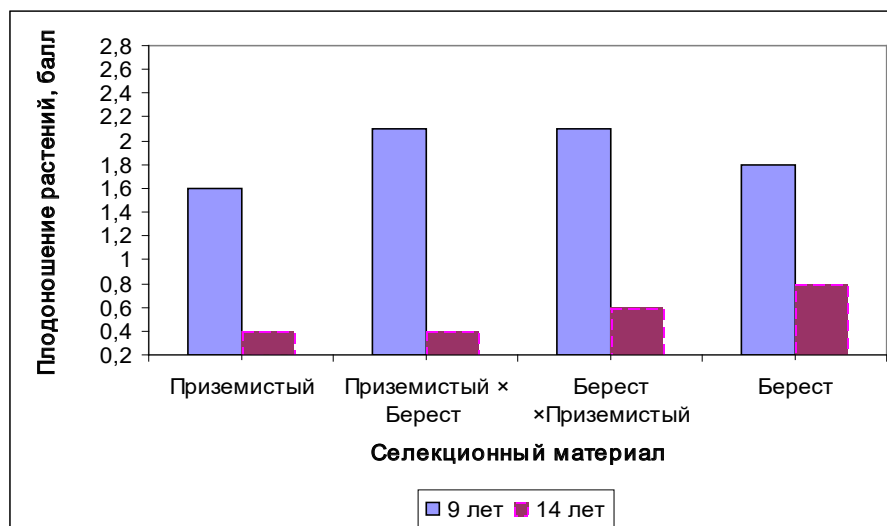


Рис. 4. Семеношение гибридов и контроля вязов

В первом поколении семена гибридов приземистый x обыкновенный были почти на 20% больше семян контроля. Подобная тенденция сохранялась во втором и третьем поколениях [3–5].

К сожалению, к настоящему времени фитопатологи не предложили эффективные способы борьбы с графтиозом вяза. Методы, которые предлагаются, в основном прививки, достаточно дороги, трудоемки и малоэффективны.

Болезнь обычно диагностируется на такой стадии поражения, когда остановить ее исключительно трудно. Отбор маточных деревьев в 1981–1986 гг. проводился в местах массового развития графтиоза, где к тому же вспышки заболевания наблюдались и ранее. Считали, что те деревья, которые находятся в очагах массового поражения, выработали устойчивость к этому заболеванию, а неустойчивые к моменту отбора, уже элиминировались. Таким образом, природа уже провела первый этап селекционного отбора на устойчивость. Этот метод отбора на устойчивость к голландской болезни был основным, так как провести на таких объектах искусственное заражение невозможно. Поэтому работы по искусственному заражению отобранного генофонда и выделению толерантных особей проводили вместе с Е.Н. Крюковой, руководителем отдела защиты растений ВНИАЛМИ. В результате дальнейшего селекционного отбора были выделены биотипы, отличающиеся устойчивостью к графтиозу, а также другими ценными селекционными признаками [3, 5].

В результате на Нижневолжской станции по селекции древесных пород ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (г. Камышин) созданы устойчивые и жизнеспособные селекционные насаждения из гибридов вяза, что позволило на их базе вести дальнейшую селекционную работу с гибридами и в 2014–2016 гг. собирать семена, закладывать опыты с выращиванием сеянцев и в соответствии с методикой [6] провести дисперсионный анализ фенотипической изменчивости сеянцев вяза.

Изучение изменчивости высоты сеянцев вяза проводилось в зависимости от типа скрещивания.

Вследствие генетического родства определялись средние биометрические параметры, высоты гибридных сеянцев. Таким образом, в общей фенотипической изменчивости гибридных сеянцев можно выделить долю, которая определяется генетическими факторами и условно обозначить ее буквой «А».

Зная происхождение сеянцев, для каждой из пяти групп вычислили частные средние, характеризующие определенный тип скрещивания. Сбор гибридных семян и закладку опытов с выращиванием сеянцев производили по следующему вариантам: 1 вариант (приземистый x гладкий), 2 вариант (приземистый x гладкий x гладкий), 3 вариант (приземистый x листоватый), 4 вариант (приземистый x листоватый x листоватый), 5 вариант (приземистый x приземи-

стый). В 1 варианте было получено 580 шт. семян, средняя высота которых составила $43,1 \pm 0,5$ см, во 2 варианте было получено 397 шт. семян, средняя высота которых составила $38,7 \pm 0,4$ см, в 3 варианте было получено 560 шт. семян, средняя высота которых составила $42,4 \pm 0,5$ см, в 4 варианте было получено 193 шт. семян, средняя высота которых составила $27,2 \pm 0,3$ см, в 5 варианте было получено 190 шт. семян, средняя высота которых составила $27,8 \pm 0,3$ см. Наибольшее число гибридных семян было получено в первом варианте, они же имели большую высоту. Наименьшее число семян 193 и 190 было получено в 4 и 5 вариантах. Эти же варианты отставали и в росте в высоту 27,2 и 27,8 соответственно. Результаты говорят о большем влиянии гетерозиса в 1 и 3 вариантах по числу семян и росту в высоту.

Обмеры полученных семян и обработка результатов методом дисперсионного анализа позволили выделить воздействие разных факторов, таких как экологический фактор «В» и имеющий достаточно сложную природу экогеноклиматический фактор «С», выделяющихся из общей фенотипической изменчивости потомства. На экогеноклиматический фактор оказывают воздействие лесорастительные условия произрастания материнских деревьев, с которых собирались семена, генетическая разнородность маточников, с которых производился сбор семян в каждый вегетационный период, а также основные метеорологические характеристики сезона закладки цветочных почек и сбора семян, также влияющие на основные генеративные показатели.

Для опыта ежегодно с 2014 по 2016 г. отбирали по каждому типу скрещивания две группы семян и выращивали их в разных условиях, обычно это были разные грядки в пределах питомника. Выделяли повторности и в каждой из них измеряли произвольно по 50 семян. В данном случае в пределах выборки изменения высоты выделялся случайный фактор D.

По средней высоте лучшими были семена 1 и 3 вариантов скрещивания. При 2 и 4 вариантах скрещивания, когда гибрид повторно опылялся пылью отцовского вида, быстрота роста потомства снизилась. В одном варианте скрещивания в разные годы высота семян колебалась до 200–300%, причем реакция семян не зависела от климатических характеристик года: так,

в одни годы лучшими оказывались гибриды от 1–2 типов скрещивания, в другие годы – 3–4.

Доля факторов в общей фенотипической изменчивости по результатам дисперсионного анализа представлена на рис. 5.

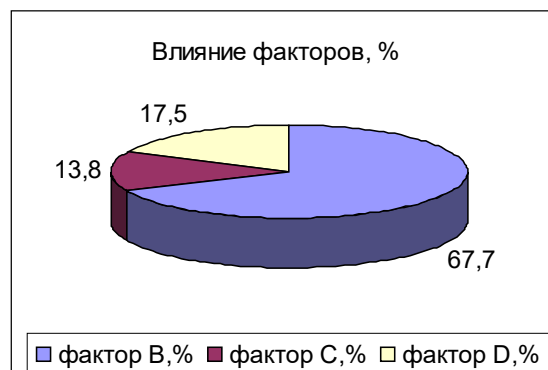


Рис. 5. Доля разных факторов в общей фенотипической изменчивости по результатам дисперсионного анализа:
 В – экологический фактор,
 С – экогеноклиматический фактор,
 D – случайный фактор

На рис. 5 приводятся результаты дисперсионного анализа, которые демонстрируют, что влияние фактора А разных вариантов скрещивания на высоту семян статистически недостоверно, поэтому на рис. 5 не приводится воздействие факторов (С) экогеноклиматических и (В) экологических различий, показывают достоверность с вероятностью 0,999. При этом фактор «С» влияет на 67,7%; фактор «В» – 13,8%, фактор D, который носит случайный характер, составляет 17,5% от общей фенотипической изменчивости роста гибридного материала.

То, что результаты дисперсионного анализа не показывают достоверного результата у ильмовых, можно объяснить разнородностью селекционного генетического материала, который маточники селекционного участка продуцируют в различные годы. Очевидно, что обильно и часто плодоносящие деревья обычно не передают потомству успешность роста, потому что сами не относятся к лучшим по этому показателю. Это говорит о том, что селекционный материал для достоверной оценки должен быть генетически однороден.

Для достижения устойчивых генетических изменений необходимо возобновить на современном этапе программу гибри-

дизайнерских работ по вязу, модернизировать процессы предварительного отбора кандидатов на гибридизацию и план проведения гибридизации, чтобы учесть возможные эволюционные изменения, которые могут сопровождать каждый этап работ и по отбору кандидатов в родители и проведению скрещиваний.

Селекция вяза в аридной зоне направлена на повышение долговечности, засухо-, соле- и морозоустойчивости. В этом же направлении ведет свой естественный отбор природа.

Заключение

1. В Нижнем Поволжье при проведении комплекса селекционных работ были получены перспективные гибриды между вязом приземистым и аборигенным видом берестом. Гибриды показали эффект гетерозиса, который выразался в лучшем росте, состоянии, устойчивости к графиозу и другим неблагоприятным факторам в молодые годы. В более позднем возрасте отличия между гибридами и контролем нивелировались.

2. Оценка методом дисперсионного анализа воздействия разных факторов на высоту семянцев показала, что влияние типов скрещивания недостоверно, достоверно влияние экогеноклиматических и экологических различий.

3. Селекция вяза в аридной зоне направлена на повышение долговечности, засухо-, соле- и морозоустойчивости. В этом же направлении ведет свой естественный отбор природа. Таким образом, совместная работа природы и селекционеров позволит получить гетерогенный устойчивый, долговечный селекционный материал. Для достижения устойчивых генетических изменений необходимо возобновить программу гибридизации вязов с учетом ранее полученных результатов. В программу скрещиваний включать только биотипы, показавшие высокую устойчивость к графиозу.

Список литературы

1. Постановление Губернатора Волгоградской области от 20.02.2019 № 81 «Об утверждении Лесного плана Волгоградской области». [Электронный ресурс]. URL: <https://vlg.gov.ru/doc/104964> (дата обращения: 28.06.2022).
2. Об утверждении Методических указаний по осуществлению лесозащитного районирования: Приказ Рослесхоза от 25.04.2017 № 179. [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/71723350/> (дата обращения: 28.06.2022).
3. Иозус А.П., Крючков С.Н., Морозова Е.В. Селекция и репродукция древесных пород для защитного лесоразведения: монография. Волгоград: ВолгГТУ, 2016. 184 с.
4. Крючков С.Н., Маттис Г.Я. Лесоразведение в засушливых условиях. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2014. 300 с.
5. Скуратов И.В., Крюкова Е.А. Особенности патологии древесных растений в насаждениях Нижнего и Среднего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2014. № 2 (34). С. 69–74.
6. Меркурьева Е.К., Шангин-Березовский Г.Н. Генетика с основами биометрии: учебник. М.: Колос, 1983. 400 с.