

АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ *CASTANEA SATIVA* MILL. В ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

кандидат биологических наук, доцент **С.И. Дегтярева**¹
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **В.Д. Дорофеева**¹
заведующий отделом опытных испытаний **В.Ф. Шпилова**²

1 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Российская Федерация

2 – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии»,
г. Воронеж, Российская Федерация

Знание экологии и биологии породы в целом и особенностей ее акклиматизации в том или ином регионе является основой для успешного её разведения. В данной работе авторы представляют результаты многолетних фенологических наблюдений за каштаном посевным (*Castanea sativa* Mill.) начиная с момента его посадки (1967 г.). Эколого-биологический анализ показал некоторые расхождения в прохождении фенофаз – если до наступления осенне-зимних холодов ростовые процессы не завершились, то в последние годы листопад заканчивается в конце октября, однолетние побеги одревесневают, формируются ростовые и генеративные почки. Но в целом можно сделать выводы о соответствии сезонных ритмов развития изучаемого каштана посевного как интродуцента местным эколого-фитоценотическим аналогам. Экспериментально установили, что плоды каштана посевного не нуждаются в предпосевной обработке, т. к. всхожесть семян высокая (70 %). Определены группы ведущих факторов, влияющих на устойчивость и развитие породы в целом на изучаемой территории. Это недостаток тепла в летний период, действующий на формирование плодов; короткий, с высокими перепадами температуры осенний период, ограничивающий вызревание побегов; не всегда одинаковый по продолжительности весенний период, способствующий потере закалки; неустойчивая зима с резким похолоданием и оттепелями, усиливающая характер зимних повреждений.

Ключевые слова: *Castanea sativa* Mill., экология и биология вида, фенологические фазы (фенофазы), плоды, природно-климатические условия

ANALYSIS OF ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES OF *CASTANEA SATIVA* MILL. IN NATURAL AND CLIMATE CONDITIONS OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION (ON THE EXAMPLE OF THE VORONEZH REGION)

PhD (Biology), Associate Professor **S.I. Degtyareva**¹
PhD (Agriculture), Associate Professor **V.D. Dorofeeva**¹
Head of Experimental Testing Department **V.F. Shipilova**²

1 – FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov",
Voronezh, Russian Federation

2 – FSBI "All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Selection and Biotechnology",
Voronezh, Russian Federation

Abstract

Knowledge of species ecology and biology in general and characteristics of its acclimatization in a particular region are the basis for its successful selection. In this work, the authors present the results of long-term phenological observations of *Castanea sativa* Mill. since its planting (1967). Ecological and biological analysis has showed some discrepancies in the passage of phenophases. If the growth processes were not completed before the onset of the autumn-winter cold weather, then in recent years the leaf fall ends at the end of October, annual shoots lignify, growth and generative buds are formed. But, in general, it allows us to draw conclusions about the correspondence of the seasonal rhythms of development of the studied sowing chestnut as an introduced species to their local ecological-phytocenotic analogues. It was experimentally established that the fruits of the chestnut do not need pre-sowing treatment, because seed germination is high (70%). The groups of leading factors influencing the stability and development of the species as a whole (in the study area) have been identified. These are: lack of heat in summer, which affects the formation of fruits; short autumn period with high temperature drops, which limits the ripening of the shoots; different spring periods, contributing to the loss of hardening; unstable winter with sharp cold snaps and thaws, intensifying the nature of winter damage.

Keywords: *Castanea sativa* Mill., species ecology and biology, phenological phases (phenophases), fruits, natural and climatic conditions

Введение

Ареал каштана посевного (*Castanea sativa* Mill.), сем. Буковые (сем. *Fagaceae* Dumort.) от Балканского полуострова до северных районов Ирана. На территории РФ распространен в лесных насаждениях на территории Северного Кавказа и Краснодарского края [8].

Экологическая и экономическая значимость породы долгое время была связана с её многоцелевым характером [11].

Использование вида как плодового дерева насчитывает более 3000-летнюю историю и до настоящего времени имеет значительный вес в продовольственном обеспечении. Каштан посевной широко культивируется и натурализуется в Португалии, в Европе, Австралии, Новой Зеландии и

США [13]. С первой половины прошлого века выращивание каштана для этих целей значительно сократилось из-за уменьшения значения этого вида в качестве продукта питания, прогрессирующего сокращения населения сельской местности и появления патогенов, вызывающих болезни.

Из плодов каштана экстрагировали некоторые биологически активные вещества и добавляли в корм рыб и животных для их ускоренного выращивания [10, 14].

Каштан посевной является детерминантом консорции для организмов, которые зависят от этой среды (некоторые виды орхидей и в частности редкого лесного лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) [9].

В Италии в середине XX века распространение возбудителя каштановой болезни *Cryphonectria parasitica* Muyr. вынудило отказаться от многих чистых древостоев каштана в пользу смешанных лесов. Согласно природоохранной политике Европейского Союза, старовозрастные каштановые сады с полустественным подростом включены в список местообитаний, достойных сохранения. Последовательный рост спроса на высококачественную древесину в последние годы в Европе и России привел к катастрофическому сокращению площади *Castanea sativa* Mill. В результате в последние десятилетия отмечаются структурные и сукцессионные процессы в лесах. На площадях, где раньше преобладали каштановые деревья, прослеживается смена на климаксовые фитоценозы с доминированием различных видов р. *Quercus* и р. *Fagus*. Во многих странах Европы в настоящее время интенсифицируется производство ценных каштановых насаждений [16, 17].

Описанные выше процессы затрагивают сразу два аспекта для научного изучения и прогнозирования – снижение биоразнообразия лесов в целом и вопросы по возобновлению *Castanea sativa* Mill. различными способами размножения.

Вопросы о том, как следует адаптировать управление лесным хозяйством так, чтобы лучше использовать потенциал самой древесной породы и потенциал регенерации семян каштана, все еще обсуждается.

Для восстановления площади той или иной лесообразующей породы требуется большое количество стандартного посадочного материала.

Все мы знаем, что при выращивании семян не всегда есть возможность получить растения, во-первых, которые будут адаптированы к местным региональным условиям, во-вторых, чтобы полностью удовлетворить потребность в посадочном материале. Этому препятствуют почвенно-климатические условия, плохое качество высеваемых семян, нарушение агротехники посева и выращивания растений и многие другие причины.

Часто мы находим информацию о применении различных стимуляторов для предпосевной подготовки, что позволяет увеличить всхожесть семян, улучшить сопротивляемость семян неблагоприятным

факторам среды, повысить приживаемость, усилить иммунитет растений, а также активизировать рост семян [4].

Но мы не должны забывать, что при огромном ассортименте биологических и химических стимуляторов всегда есть риск нанесения ущерба окружающей среде и получения саженцев с измененными фенотипом или генотипом.

Мы поставили перед собой следующую цель исследования – изучить эколого-биологические особенности *Castanea sativa* Mill., возможность культивирования и расширения биоразнообразия данной породы в природно-климатических условиях Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) на примере Воронежской области.

Поставленные задачи: изучить биологические особенности *Castanea sativa* Mill. на основе наблюдений за прохождением фаз; определить необходимость предпосевной обработки семян; фиксировать рост семян; определить возможность генеративного размножения для расширения биоразнообразия породы.

Материалы и методы

Объектом исследования был выбран каштан посевной (*Castanea sativa* Mill.), сем. Буковые (сем. *Fagaceae* Dumort.), произрастающий в дендрарии Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова (далее по тексту – дендрарий).

Дендрарий расположен на северной окраине города Воронежа, в южной части Дон-Воронежского водораздела, в зоне лесостепи. Среднегодовая температура на рассматриваемой территории – +5,6 °С; среднеянварская – -10,5 °С; среднеиюльская – +20 °С. Продолжительность вегетационного периода при температуре выше + 10 °С составляет 152 дня (с 29 апреля по 27 сентября). Сумма эффективных температур за вегетационный период равна 2800 °С. Безморозный период длится 150-155 дней. Среднее количество осадков за год около 511 мм. Наибольшее количество их выпадает летом, минимальное – до 1/3 годового – в осенне-зимний период. Зимой преобладают юго-западные, юго-восточные и южные ветры, летом чаще юго-западные, западные и северо-западные, принося-

щие засуху. Относительная влажность воздуха летом 45-60 %, зимой – 75-90 %.

Работа осуществлялась нами в условиях первичной интродукции, которая позволяет детально изучить особенности биологии, что необходимо для решения вопроса о возможности и перспективности культивирования как одного из путей обеспечения сырьевой базы.

Каштан посевной в нашем регионе является интродуцентом, обладает рядом преимуществ – декоративен и экологически устойчив на территории Воронежской области. Поэтому последующей нашей задачей будет являться его рекомендация в качестве нового перспективного вида для озеленения в частности и в лесном хозяйстве в целом.

Одним из важных моментов при изучении биологии любого вида растения мы считаем проведение фенологических наблюдений.

Мы фиксировали следующие периоды (фенофазы): набухание почек, распускание листьев, начало и конец цветения, созревание плодов, изменение окраски листьев, начало и конец листопада. Эти периоды имеют строгий сезонный ритм и регулируются как внутренней системой организма, так и погодными условиями [5, 6].

По интересующему нас вопросу – взаимовлияние фенофаз и семенного размножения – мы обнаружили диаметрально противоположные научные результаты, которые сгруппировали ниже.

Некоторые исследователи считают, что урожайность плодов каштана зависит не только от условий произрастания, состава, возраста насаждений и климатических факторов, но и от генетических особенностей плодоносящих деревьев.

Противоположные сведения отмечены в работе об изучении фенологического разнообразия в зависимости от суммы температур. Установлено, что взаимосвязь между морфологией листа и погодными условиями отражает конвергентную адаптацию формы листа к климатическому режиму. И множество полученных группировок каштана по приспособлению листы к климатическим условиям объясняется влиянием не столько генома (экспрессии генов, связанных со стратегиями адаптации), а как раз различных климатических условий. Ученые установили, что корреляция между площа-

дью листьев и плодами была сильнее в более теплый вегетационный период и деревья с более крупными листьями давали более крупные плоды [12].

Возможно, что урожайность деревьев в насаждении – варьирующий признак, в основе которого биологические особенности вида играют большую роль, чем условия среды [2].

Мы считаем, что приведенные выше результаты исследования по изучению прохождения фенофаз имеют большое значение для улучшения производства плодов каштана.

По одному из этапов нашей работы – генеративному размножению *Castanea sativa* Mill. – первое, с чего мы начали, – с изучения агротехники выращивания.

Большее внимание мы уделили таким видам работ: предпосевная обработка почвы; подготовка семян к посеву, посев семян, появление всходов и рост сеянцев.

В питомниках предпосевную обработку почвы проводят осенью по системе зяблевой обработки, черного, раннего, сидерального и занятого паров. Глубина вспашки от 18 см до 30 см. Затем почву там поливают и боронуют.

Мы в питомнике ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии» (далее – питомник) взяли площадь 2 м² и вскопали землю на глубину 30 см. Тип почвы в питомнике – серая лесная. Конечно, лучше каштан растет на плодородных супесях со слабокислой или нейтральной рН.

В условиях Воронежской области, относящейся к лесостепной и степной зонам, рекомендуют подвергать семена стратификации или даже вообще использовать осенние посевы.

Задолго до проведения данного эксперимента мы проращивали семена некоторых растений (в том числе и каштана посевного) и зафиксировали, что без предварительной обработки всхожесть сеянцев удовлетворительная и (или) хорошая.

Поэтому в целях экологической безопасности в своем эксперименте мы отменили все стимуляторы. В связи с этим плоды каштана не подвергали предпосевной обработке.

Сроки посева зависят от биологических особенностей породы (срока созревания семян, дли-

тельности семенного покоя, устойчивости всходов к неблагоприятным погодным условиям и т.д.), от почвенно-климатических условий и агротехники выращивания семян.

Посевы бывают грядковые и безгрядковые (семена просто высевают на подготовленную почву). Высев семян производят в бороздки. Это более перспективно с точки зрения биологии, и имеется возможность механизировать работы по уходу.

Посев семян осуществили 3 мая 2018 г. Температура воздуха была в этот день максимальной, +28 °С, влажность составила 41,67 %, а среднемесячное количество осадков было 51 мм (при норме для этого месяца 46 мм).

Орехи высеивали в увлажненную почву, прогретую (но не пересохшую). Учитывали, что если засуха наступит рано (это характерно для нашей области), то это приведет к снижению грунтовой влажности, уменьшению размеров семян.

На площади 2 м² в питомнике сделали 10 борозд по 100 см длиной и шириной между ними 20 см. Таким образом, получается, что площадь питания одного будущего сеянца 0,02 м². В каждую борозду мы высеивали по 100 штук орехов. Глубина посева 10 см.

Результаты и обсуждение

В дендрарии каштан посевной (*Castanea sativa* Mill.) был высажен в количестве 19 экземпляров в 1967 году из питомника университета, где в свою очередь был выращен из семян. Дата посева – весна 1963 года.

Со времени посадки проводились регулярные фенологические наблюдения.

Со всеми экземплярами вида до настоящего времени проводились оздоровительные мероприятия: удалялись сухие или стареющие, перекрывающиеся ветви, чтобы открыть навес и обеспечить лучшее производство плодов.

В отдельные благоприятные годы ежегодный прирост породы в высоту составлял 80 см. В 39-летнем возрасте высота каштана колеблется от 2,5 до 6,5 м и в среднем составляет 5,5 м.

У отдельных экземпляров почти от основания ствола отходят по несколько стеблей. Эти особи приняли как бы кустовидную форму, хотя диаметр каждого ствола 16-18 см.

Только у трех экземпляров четко выраженный главный ствол диаметром до 40 см.

Средняя высота всех деревьев на 2020 г. составляет 20-22 м.

Набухание почек и их распускание происходило своевременно согласно погодным условиям того или иного года.

Что касается фазы первичной вегетации, то мы обратили внимание на следующее: если до наступления осенне-зимних холодов ростовые процессы не завершились, то в последние годы листопад заканчивается в конце октября, однолетние побеги одревесневают, формируются ростовые и генеративные почки.

По-видимому, генетическая особенность растительного организма позволяет в определенной степени адаптироваться к сезонной структуре метеорологических ритмов. Влияние крайних значений факторов зимы в Воронежской области относительно одинаково для видов различных географических зон.

Нами неоднократно отмечалось обмерзание побегов каштана посевного, особенно после зим 1968-1969, 1984-1985, 2005-2006 годов.

В 2005 году ко времени первых заморозков (16 октября) не все листья каштана посевного опали, листопад не завершился, побеги не одревеснели. В декабре этого же года установились продолжительные и довольно сильные морозы (минимальная температура составляла -24 °С). В январе и феврале 2006 года температура опускалась до -29 °С.

Наблюдения весной 2006 г. показали, что практически все побеги прироста 2005 г. обмерзли. Совершенно не были повреждены побеги под снежным покровом. К 2006 г. сохранились лишь три экземпляра каштана посевного, имеющего форму дерева.

В целом степень скелетных осей крупных растений была выше, чем кустовидных особей.

Характер повреждения древесных растений связан с физиологическим состоянием и в дальнейшем будет определять степень вызревания плодов и их адаптацию к низким температурам.

Что касается прохождения следующей фенофазы (начало распускания листьев), например, в

2006 г. из немногочисленных сохранившихся почек на побегах развивались листья неправильной формы. Листовые пластинки этих листьев не расправились.

Фазы линейного роста, такие как увеличение размеров листьев, конечно, связаны с температурой, поэтому фактор градусо-дни также может быть полезным для исследований фенологических фаз – распускания листьев.

Тем не менее, деревья в дендрарии проявляют небольшие приспособления листы к климатическим условиям, не только биометрические, но и гистологические.

Подтверждение этому находим в работе о взаимосвязи между морфологией листа и погодными условиями. Исследователи отмечают конвергентную адаптацию формы листа к климатическому режиму [12].

При этом важно понимать, что именно региональные погодные условия могут существенно влиять и быть доминирующими факторами за наблюдаемыми различиями в морфологии листа.

Но за 3-летний период фенологических наблюдений мы в размерах и форме листьев не зафиксировали достоверных отличий. Зрительно форма и размеры листовой пластинки соответствовали литературным данным.

Среди ведущих факторов, влияющих на устойчивость и развитие породы, мы выделили следующие: недостаток тепла в летний период, действующий на формирование плодов; короткий, с высокими перепадами температуры осенний период, ограничивающий вызревание побегов; не всегда одинаковый по продолжительности весенний период, способствующий потере закалки; неустойчивая зима с резким похолоданием и оттепелями, усиливающая характер зимних повреждений.

Во многих экологических и частично в фенологических исследованиях по семеношению прямо указывается на воздействие погодных условий (конкретно температуры и влажности) на изменение в фенофазе цветения, которая влечет за собой нарушение и изменение развития остальных фенологических фаз.

Впервые в 1981 году, в возрасте 18 лет, зацвели отдельные экземпляры каштана, и на них

наблюдалось завязывание плодов, но плоды не вызрели. В 2006 г. было отмечено цветение каштана посевного даже после сильного обмерзания. На двух растениях появились малочисленные соцветия, но плоды не завязались, причиной могли быть обильные дожди, выпало около 120 мм осадков. И только в последние пять лет, с наступлением глобального изменения климата в сторону положительных температурных аномалий, наши наблюдаемые растения обильно цветут и плодоносят.

Поэтому в 2017 г непосредственно перед сбором плодов более пристальное внимание мы уделили фенофазе цветения. В конце мая текущего года на южной стороне кроны отмечены 6 веток с мужскими и женскими цветками. С 7 июня зафиксировали начало цветения. Продолжительность цветения варьировалась от 8 дней до 10 дней (средняя температура с июня по июль: +19,5 °С – +20,7 °С; влажность 59 % и 66 % соответственно). В естественных условиях произрастания обильное цветение прослеживается 15-18 дней. Женские цветки в дендрарии были открыты еще до конца июня, опять же в естественных насаждениях Кавказа цветки остаются открытыми по начало августа (3 августа).

Наконец, плодopад произошел между 20 и 30 октября (температура +7,3 °С, влажность 74 %), что соответствует периоду вегетативного цикла каштана 186-196 дней.

Исходя из фенологических наблюдений, можем говорить о соответствии сезонных ритмов развития изучаемого нами каштана посевного как интродуцента местным эколого-фитоценотическим аналогам. Это свидетельствует о его усиленной адаптации к условиям ЦЧР. Наша задача, таким образом, решена – тщательное изучение особенностей и сроков фенофаз позволяет нам рекомендовать данную породу для введения в ландшафты Воронежской области.

Но сразу уточняем две позиции. Первая – наблюдаемые особи этого вида взяты из природной популяции, их генетическая особенность позволяет в определенной степени адаптироваться к сезонной структуре метеорологических ритмов.

Далее, полученные впоследствии семена и сеянцы могут по-разному испытывать влияние ли-

митирующих факторов другого региона, где отдельное влияние будет провоцироваться еще и условиями ботанико-географической зоны в целом [1, 7].

Способы размножения каштана посевного – семенами, порослью и прививкой.

Вегетативное размножение каштана довольно сложно. В последнее время самые популярные методы размножения – это, конечно же, *in vitro*. Но, как утверждают и подтверждают европейские исследователи, при таком способе наблюдается следующее: скорость размножения вида повышается благодаря этому методу, а укоренение ювенильного каштана снижается [15].

Наиболее оптимальным с разных точек зрения (лесохозяйственной, экологической, экономической) является размножение плодами. Важные условия – плоды должны быть свежесобранные и содержать около 50 % влаги.

Проведя фенологические исследования, мы поставили перед собой ещё одну задачу – изучить вопрос генеративного размножения каштана посевного для получения высококачественных сеянцев.

На возраст начала плодоношения каштанников существует несколько взглядов. Кто-то считает, что плодоношение в древостоях каштана начинается с 15-20-летнего возраста, другие указывают на возраст плодоношения с 20-40 лет [2, 3]. Но они едины во мнении, что практическое значение плодоношение имеет с 10 лет.

Указание на столь большой разброс в сроках формирования плодов можно объяснить тем, что время начала плодоношения каштана зависит в первую очередь от условий его произрастания и происхождения, потом уже от возраста. Поросль каштана на открытом месте вообще начинает плодоносить уже с 3-5 лет.

Первое обильное плодоношение мы фиксировали в дендрарии в 1992 г. (т.е. в возрасте 25 лет) и 2017 г. (50 лет), когда собирали плоды для эксперимента.

В 2018 г. 3 мая (как мы уже сообщали) посеяли 100 орехов в открытый грунт в питомнике. Собранные 100 штук плодов весили от 8 до 12 г (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Распределение плодов по весу

Количество, шт.	Вес плодов, г			
	8	9	11	12
100	22	14	32	32

*собственные вычисления авторов



Рис. 1. Графическое распределение количества плодов по весу (собственные экспериментальные данные и вычисления авторов)

Аппроксимация графического распределения количества плодов по весу (рис. 1) вывела наивысший коэффициент детерминации $R = 0.5754$, полученный при применении полиномиальной функции 2-й степени с уравнением вида $y = 2x^2 - 5,2x + 23$.

Проанализировав литературу семеноводческого характера и полагаясь на собственный эксперимент, мы поняли, что плоды каштана посевного не нуждаются в обязательной предпосевной обработке, в естественных условиях они прорастают через 1,5 месяца при температуре $+20-25$ °С, высокой влажности воздуха и почвы.

Наиболее подходящими для прорастания семян являются районы с годовой суммой осадков от 600-800 мм до 1000 (1500) мм. В Воронеже среднее количество осадков за годы 2018-2020 чуть ниже минимальной нормы – 511-520 мм.

Также мы можем дать следующие практические рекомендации: собранные семена до посадки лучше хранить в прохладном месте и перед посадкой замочить в теплой воде для размягчения оболочки на трое суток, при этом ежедневно менять воду.

Прорастание семян и появление первых всходов происходило на последней неделе мая – в начале июня. Мы отметили, что среднедекадные температуры верхних горизонтов почвы при посеве составили около $+9$ °С, а основная масса всходов появилась все же при прогреве почвы до $+11-14$ °С. Появление всходов в питомнике практически совпадает по времени с началом вегетации каштана в природных насаждениях.

К концу вегетационного периода 2018 г. из 100 орехов выросло 70 проростков, т. е. мы получили достаточно хорошую всхожесть семян, 70 %. Средняя высота однолетних сеянцев варьировалась на среднем уровне 10-15 см, что говорит об их слабой изменчивости, т. е. растения имеют практически однородный рост. К концу второго года жизни большинство сеянцев были примерно 30 см (именно в этот год отмечалась высокая июльская температура $+23$ °С, влажность 511-520 мм). Но к концу вегетационного сезона 2020 г. (июль этого года оказался также одним из самых тёплых за 2014-2020 гг., $+22.02$ °С) высота у 3-летних растений составила от 30 см до 70 см (табл. 2, рис. 2).

Аппроксимация графического распределения сеянцев по высоте (рис. 3) вывела наивысший коэффициент детерминации $R = 0.9636$, полученный при применении полиномиальной функции 3-й степени с уравнением вида $y = -23571x^2 + 17,043x - 11.2$.

Трехлетние сеянцы по данному показателю уступают аналогичным сеянцам в питомниках и лесных культурах Северного Кавказа (там их высота составляет 135 см), особенно если они произрастают в смеси с орехом грецким (*Juglans regia* L.) [3].

Заключение

Основной причиной сокращения ареала, снижения биоразнообразия, неудовлетворительного состояния насаждений *Castanea sativa* Mill. в пределах своих естественных ареалов являются уничтожение деревьев, распространение болезней и вредителей. Значение данной породы большое – съедобные плоды и мёд используются в мировой пищевой промышленности, древесина с хорошими механическими свойствами, ландшафтное озеленение.

Успешная интродукция этого вида в нашем регионе затрагивает всесторонние вопросы фенологического развития и размножения каштана.

Мы выяснили, что устойчивость и развитие древесной породы определяется в первую очередь климатическими условиями.

Со времени посадки (1967 г.) за 19 экземплярами каштана посевного (*Castanea sativa* Mill.) в дендрарии проводились регулярные фенологические наблюдения.

Отметили, что, несмотря на неоднократное обмерзание побегов каштана, всё же в отдельные благоприятные годы ежегодный прирост породы в высоту составлял 80 см, что подтверждает возможность более широкого распространения вида на территории ЦЧР.

Зафиксировали, что если до наступления осенне-зимних холодов ростовые процессы не завершались, то генетическая особенность данной породы всё же позволяет в определенной степени адаптироваться к сезонной структуре нашего региона.

Зарегистрировали практически не изменяющиеся формы и размеры листа, что снова свиде-

тельствует об адаптации породы к условиям нашей области. Можно также предположить, что в геноме каштана сохранились гены, обеспечивающие эффективную адаптацию (биохимически, физиологически, фенотипически) к различным условиям выращивания и почвенно-климатическим стрессам.

Мы также определили группы ведущих факторов, влияющих на устойчивость и развитие породы в целом. По нашим наблюдениям, главным фактором, определяющим успешность интродукции каштана посевного в г. Воронеж, являются низкие температуры осенне-зимнего периода.

Экспериментально определили, что плоды каштана посевного не нуждаются в предпосевной обработке, т. к. всхожесть семян в нашем эксперименте составила 70 %. Наши практические рекомендации перед посевом семян заключаются в сле-

дующем. Собранные семена до посадки лучше хранить в прохладном месте и перед посадкой замочить в теплой воде для размягчения оболочки на трое суток, при этом ежедневно менять воду.

Средняя высота сеянцев слабо варьируется по всем годам и остается примерно одинаковой на среднем уровне, что показывает их слабую изменчивость.

Полученные нами сведения об особенностях прохождения фенофаз цветения и плодоношения позволяют делать выводы о соответствии сезонных ритмов развития изучаемого каштана посевного как интродукта местным эколого-фитоценотическим аналогам.

Это является вторым основанием для рекомендации данной породы для введения в ландшафты Воронежской области.

Таблица 2

Распределение сеянцев по высоте

Проростки, шт.	Высота проростков, см				
	30	31-45	46-50	51-60	61-70
70	3	15	17	20	15

*собственные вычисления авторов



Рис. 2. Количественное распределение количества сеянцев по высоте (собственные экспериментальные данные и вычисления авторов)

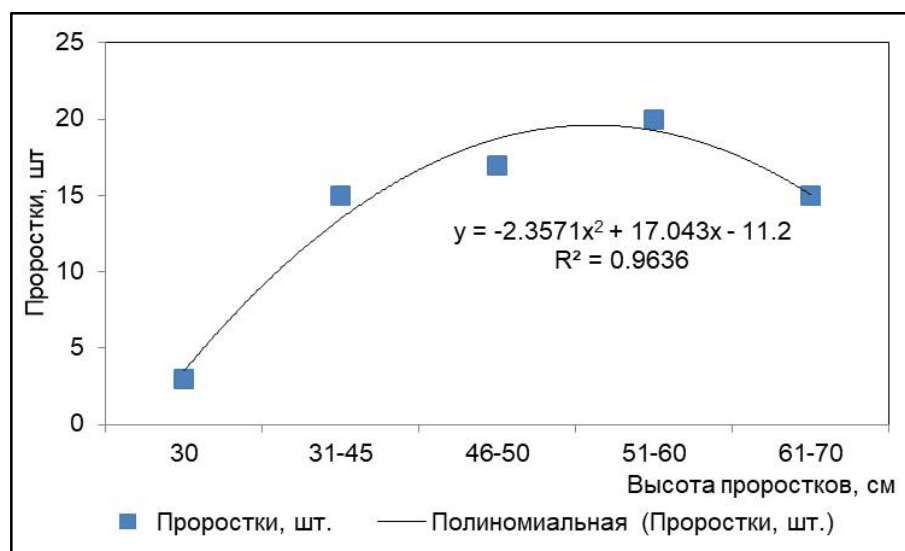


Рис. 3. Графическое распределение сеянцев по высоте (собственные экспериментальные данные и вычисления авторов)

Библиографический список

1. Вехов, Н. К. Методы интродукции и акклиматизации древесных растений / Н. К. Вехов // Труды БИН АН СССР. – 1957. – Сер. 6. – Вып. 5. – С. 93–106.
2. Гулисашвили, В. З. Растительность Кавказа / В. З. Гулисашвили, Л. Б. Махатадзе, Л. И. Прилишко ; АН СССР, АН ГССР, Тбилисский институт леса. – Москва : Наука, 1975. – 233 с.
3. Иссинский, П. А. Каштановые леса Кавказа и основы ведения хозяйства в них / П. А. Иссинский. – Москва : Лесная промышленность, 1968. – 240 с.
4. Предпосевная обработка семян сосны обыкновенной различными стимуляторами / С. А. Кабанова, М. А. Данченко, И. С. Кочегаров [и др.] // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (междисциплинарный). – 2018. – № 2 (97). – С. 24–32.
5. Лапин, П. И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П. И. Лапин // Опыт интродукции древесных растений. – Москва, 1973. – С. 7–67.
6. Плотникова, Л. С. Интродукция древесных растений китайско-японской флористической подобласти в Москве / Л. С. Плотникова. – Москва : Наука, 1971. – 135 с.
7. Русанов, Ф. Н. Новые методы интродукции растений / Ф. Н. Русанов // Бюллетень Главного Ботанического сада АН СССР. – 1950. – Вып. 7. – С. 27–36.
8. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / С. К. Черепанов. – Санкт-Петербург : Мир и семья, 1995. – 992 с.
9. Contrasting patterns of tree features, lichen, and plant diversity in managed and abandoned old-growth chestnut orchards of the northern Apennines (Italy) / G. Pezzi, S. Gambini, F. Buldrini [et al.] // Forest Ecology and Management. – 2020. – Vol. 470-471. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112720309762>.
10. Dietary inclusion of chestnut (*Castanea sativa*) polyphenols to Nile tilapia reared in biofloc technology: Impacts on growth, immunity, and disease resistance against *Streptococcus agalactiae* / Hien Van Doan, Seyed Hossein Hoseinifar, Tran Quang Hung [et al.] // Fish & Shellfish Immunology. – 2020. – Vol. 105. – P. 319–326.
11. Assessment of chestnut (*Castanea* spp.) slice quality using color images / I. R. Donis-González, D. E. Guyer, G. A. Leiva-Valenzuela, J. Burns // Journal of Food Engineering. – 2013. – Vol. 115. – P. 407–414.

12. Study of morphological and phenological diversity in chestnut trees ('Judia' variety) as a function of temperature sum / L. T. Dinis, F. Peixoto, T. Pinto [et al.] // *Environmental and Experimental Botany*. – 2011. – Vol. 70. – P. 110–120.
13. Nutriproteomics survey of sweet chestnut (*Castanea sativa* Miller) genetic resources in Portugal / M. Ribeiro, M. Freitas, R. Domínguez-Perles [et al.] // *Food Bioscience*. – 2020. – Vol. 36. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100622>.
14. Effects of different cooking methods and of the inclusion of chestnut (*Castanea sativa* Miller) in the finishing diet of Celta pig breed on the physicochemical parameters and volatile profile of *Longissimus thoracis et lumborum* muscle / N. Echegaray, M. Paterio, R. Domínguez [et al.] // *Food Research International*. – 2020. – Vol. 137. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109407>.
15. Roussos, P. A. Improving *in vitro* multiplication of juvenile European chestnut (*Castanea sativa* Mill) explants by the use of growth retardants / P. A. Roussos, A. Archimandriti, I. Beldekou // *Scientia Horticulturae*. – 2016. – Vol. 198. – P. 254–256.
16. Structural diversity of abandoned chestnut (*Castanea sativa* Mill.) dominated forests: Implications for forest management / Tz. Zlatanov, P. Schleppe, I. Velichkov [et al.] // *Forest Ecology and Management*. – 2013. – Vol. 291. – P. 326–335. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.11.015>.
17. Wyse Jackson, P. S. Development and adoption of the Global Strategy for plant Conservation : an NGO's perspective / P. S. Wyse Jackson // *Botanic Gardens Conservation News*. – 2002. – Vol. 3, № 8. – P. 23–32.

References

1. Vekhov N. K. (1957) *Metody introdukcii i akklimatizacii drevesnyh rastenij. Trudy BIN AN SSR*. Ser. 6. Vyp. 5. S. 93-106 (in Russian).
2. Gulisashvili V. Z., Mahatadze L. B., Prilipko L. I. *Rastitel'nost' Kavkaza* [Plants of Caucasus]. AN SSSR. AN GSSR. Tbilisskij institut lesa. Moscow : Nauka, 1975. 233 p. (in Russian).
3. Issinskij P. A. *Kashtanovye lesa Kavkaza i osnovy vedeniya hozyajstva v nikh*. Moscow : Lesnaya promyshlennost', 1968. 240 p. (in Russian).
4. Kabanova S. A., Danchenko M. A., Kochegarov I. S. (et al.) (2018) *Predposevnaya obrabotka semyan sosny obyknovЕННОj razlichnymi stimulyatorami. Vestnik nauki Kazahskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S.Sejfullina (mezhdisciplinarnyj)*. № 2 (97), p. 24-32 (in Russian).
5. Lapin P. I. (1973) *Ocenka perspektivnosti introdukcii drevesnykh rastenij po dannym vizual'nykh nablyudenij*. In: *Opyt introdukcii drevesnykh rastenij*. Moscow, 1973, p. 7-67 (in Russian).
6. Plotnikova L. S. *Introdukcija drevesnykh rastenij kitajsko-yaponskoj floristicheskoy podoblasti v Moskve*. Moscow : Nauka, 1971. 135 p. (in Russian).
7. Rusanov F. N. (1950) *Novye metody introdukcii rastenij. Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo sada AN SSSR*, Vyp. 7, p. 27-36 (in Russian).
8. Cherepanov S. K. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nyh gosudarstv*. Saint Petersburg : Mir i sem'ya, 1995. 992 p. (in Russian).
9. Pezzi G., Gambini S., Buldrini F. (et al.) (2020) Contrasting patterns of tree features, lichen, and plant diversity in managed and abandoned old-growth chestnut orchards of the northern Apennines (Italy). *Forest Ecology and Management*. Vol. 470-471. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112720309762>.
10. Hien Van Doan, Seyed Hossein Hoseinifar, Tran Quang Hung (et al.) (2020) Dietary inclusion of chestnut (*Castanea sativa*) polyphenols to Nile tilapia reared in biofloc technology: Impacts on growth, immunity, and disease resistance against *Streptococcus agalactiae*. *Fish & Shellfish Immunology*. Vol. 105, p. 319-326.
11. Donis-González I. R., Guyer D. E., Leiva-Valenzuela G. A., Burns J. (2013) Assessment of chestnut (*Castanea* spp.) slice quality using color images. *Journal of Food Engineering*. Vol. 115, p. 407-414.

12. Dinis L. T., Peixoto F., Pinto T. (et al.) (2011) Study of morphological and phenological diversity in chestnut trees ('Judia' variety) as a function of temperature sum. *Environmental and Experimental Botany*. Vol. 70, p. 110-120.

13. Ribeiro M., Freitas M., Domínguez-Perles R. (et al.) (2020) Nutriproteomics survey of sweet chestnut (*Castanea sativa* Miller) genetic resources in Portugal. *Food Bioscience*. Vol. 36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100622>.

14. Echeagaray N., Paterio M., Domínguez R. (et al.) (2020) Effects of different cooking methods and of the inclusion of chestnut (*Castanea sativa* Miller) in the finishing diet of Celta pig breed on the physicochemical parameters and volatile profile of *Longissimus thoracis et lumborum* muscle. *Food Research International*. Vol. 137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109407>.

15. Roussos P. A., Archimandriti A., Beldekou I. (2016) Improving *in vitro* multiplication of juvenile European chestnut (*Castanea sativa* Mill) explants by the use of growth retardants. *Scientia Horticulturae*. Vol. 198, p. 254-256.

16. Zlatanov Tz., Schleppe P., Velichkov I. (et al.) (2013) Structural diversity of abandoned chestnut (*Castanea sativa* Mill.) dominated forests: Implications for forest management. *Forest Ecology and Management*. Vol. 291, p. 326-335. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.11.015>.

17. Wyse Jackson P. S. (2002) Development and adoption of the Global Strategy for plant Conservation : an NGO's perspective. *Botanic Gardens Conservation News*. Vol. 3, № 8, p. 23-32.

Сведения об авторах

Дегтярева Светлана Ивановна – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры ботаники и физиологии растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: degtjarewa-lana@yandex.ru.

Дорофеева Валентина Дмитриевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры ботаники и физиологии растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: ekzo40@mail.ru.

Шипилова Валентина Федоровна – заведующий отделом опытных испытаний ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: lesopark.vrn@yandex.ru.

Information about authors

Degtyareva Svetlana Ivanovna – PhD (Biology), Associate Professor of the Department of Botany and Plant Physiology, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: degtjarewa-lana@yandex.ru.

Dorofeeva Valentina Dmitrievna – PhD (Biology), Associate Professor of the Department of Botany and Plant Physiology, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: ekzo40@mail.ru.

Shipilova Valentina Fedorovna – Head of Department of Experimental Study (Amenity Forest) of the All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology; e-mail: lesopark.vrn@yandex.ru.