

Оригинальная статья

УДК 630*165

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-3-130-136.



ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТОМСТВА ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ *PINUS SYLVESTRIS* L. В ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУРАХ ПЕРВОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Крекова Яна Алексеевна , канд.с.-х. наук, PhD, заведующий отделом селекции

ResearcherID (WoS): AGW-9577-2022, Scopus: 57224909909, ORCID: 0000-0002-9074-848X; Author ID (РИНЦ): 902800; SPIN-код: 5407-6855; yana24.ru@mail.ru

Чеботько Надежда Константиновна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник

ORCID: 0000-0002-1092-5248; Author ID (РИНЦ): 997401 SPIN-код: 5408-8713; chebotkon@mail.ru

Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агроресомелиорации им. А.Н. Букейхана; 021704, Республика Казахстан, Акмолинская область, г. Щучинск, ул. Кирова, 58, Республика Казахстан

Аннотация. Приведена характеристика семенного потомства плюсовых деревьев *Pinus sylvestris* L. в возрасте 37 лет, происхождением из Акмолинской области Северного Казахстана. Целью исследований явилась предварительная селекционно-генетическая оценка плюсовых деревьев сосны по результатам испытания их полусибсового потомства первой генерации. Сохранность испытательных культур составила 57,5%. Исследованиями охвачены 73 семьи полусибсов, общая выборка составляла 5553 дерева. Установлено, что по показателям высоты более половины семей (56,2%) имели превышение над контролем. Однако достоверно выше контроля были только 28,8% семей, селекционный эффект которых находился в пределах 6,0%. Средние показатели диаметра ствола этих семей превысили контроль на 3,9%. Из данных семей менее 1/4 (23,8%) достоверно превышали контрольное значение на 14,9%. В результате к наиболее продуктивным были отнесены 5 семей (1к, 13к, 42, 38, 3к). При оценке санитарного состояния полусибсов к ослабленным были отнесены 2 семьи (51к и 16к), а остальные семьи отнесены к категории здоровых. При оценке качественных признаков произведена кластеризация, с помощью которой изучаемые семьи были разбиты на 3 основные группы. Ослабленные семьи были объединены в отдельный кластер. По результатам балльных оценок у деревьев этих семей были отмечены низкое качество ствола и слабая устойчивость. Второй и третий кластер сформированы из семей с высокими средними балльными оценками и хорошим состоянием. Однако семьи третьего кластера по результатам балльных оценок оказались наиболее устойчивыми, отличающимися большей прямоствольностью и густым охвоением. По результатам комплексной селекционно-генетической оценки потомства плюсовых деревьев *P. sylvestris* первой генерации к перспективным были отнесены 6,9% семей (1к, 13к, 42, 38, 3к).

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., высота, диаметр, крона, качество ствола, санитарное состояние, устойчивость

Формат цитирования: Крекова Я.А., Чеботько Н.К. Исследования потомства плюсовых деревьев *Pinus sylvestris* L. в испытательных культурах первой генерации // Природообустройство. 2023. № 3. С. 130-136. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-3-130-136.

© Крекова Я.А., Чеботько Н.К., 2023

Original article

STUDIES OF THE OFFSPRING OF PLUS TREES *PINUS SYLVESTRIS* L. IN TEST CULTURES OF THE FIRST GENERATION

Krekova Yana Alekseevna , candidate of agricultural sciences, PhD, head of the breeding department

ResearcherID (WoS): AGW-9577-2022, Scopus: 57224909909, ORCID: 0000-0002-9074-848X; Author ID (РИНЦ): 902800; SPIN-code: 5407-6855; yana24.ru@mail.ru

Chebotko Nadezhda Konstantinovna, candidate of agricultural sciences, leading researcher

ORCID: 0000-0002-1092-5248; Author ID (РИНЦ): 997401 SPIN-code: 5408-8713; chebotkon@mail.ru

Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry named after A.N. Bukeikhan, 58 Kirov str., Shchuchinsk, Akmolinsk region, Republic of Kazakhstan, 021704

Annotation. The article describes the characteristics of the seed progeny of plus trees *Pinus sylvestris* L. at the age of 37, he was born in the Akmola region of Northern Kazakhstan. The purpose

of the study is to carry out a preliminary selection and genetic assessment of the plus pine trees based on the results of testing their semi-plus offspring of the first generation. The safety of test cultures is 57.5%. The research covered 73 families of half-sibs, the total sample was 5,553 trees. It was found that in terms of height, more than half of the families (56.2%) had an excess over the control. However, only 28.8% of families were significantly higher than the control, the breeding effect of which was within 6.0%. The average trunk diameter of these families exceeded the control by 3.9%. Of these families, less than a quarter (23.8%) significantly exceeded the control value by 14.9%. As a result, 5 families (1k, 13k, 42, 38, 3k) were classified as the most productive. When assessing the sanitary condition of half-siblings, 2 families (51k and 16k) were classified as weakened, and the remaining families were classified as healthy. When assessing qualitative characteristics, clustering was carried out, with the help of which the studied families were divided into 3 main groups. The weakened families were united into a separate cluster. According to the results of score assessments, the trees of these families had poor trunk quality and weak stability. The second and third clusters are formed from families with high average grades and good condition. However, the families of the third cluster, according to the results of ball scores, are the most stable, differ in greater straightness and dense bifurcation. It was found that according to the results of a comprehensive selection and genetic assessment of the offspring of *P. sylvestris* plus trees of the first generation, 6.9% of families (1k, 13k, 42, 38, 3k) were classified as promising.

Keywords: *Pinus sylvestris* L., height, diameter, crown, trunk quality, sanitary condition, stability

Format of citation: Krekova Ya.A., Chebotko N.K. Studies of the offspring of plus trees *Pinus sylvestris* L. in test cultures of the first generation // *Prirodoobustrojstvo*.2023.3. P. 130-136. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-3-130-136.

Введение. В Казахстане *Pinus sylvestris* L. является одной из основных лесообразующих пород, на долю которой приходится 6,5% (860,2 тыс. га) площади покрытых лесом угодий, после березы (7,9%) и саксаула (50,5%) [1]. Данный вид произрастает в юго-восточной, западной, центральной частях Казахстана, но основные насаждения сосны (84%) сосредоточены в Северном и Восточном Казахстане [2].

В селекционном отношении *P.sylvestris* изучена наиболее полно по сравнению с другими лесообразующими видами Казахстана. Так, по сосне было заложено, начиная с 1960 г., наибольшее количество опытных селекционно-генетических объектов, которые сохранились до настоящего времени: архивы клонов (7,07 га); испытательные культуры плюсовых деревьев (15,3 га); испытательные культуры популяций (12,4 га); испытательные культуры гибридов (5,0 га); географические культуры (21,7 га). На основе этих объектов были проведены исследования по селекционно-генетической оценке, сортоиспытанию, внутривидовой гибридизации, лесосеменному районированию [3, 4]. В настоящее время представлены некоторые предварительные итоги на основе новых данных по опытным объектам [5].

Согласно нормативным документам предварительная генетическая оценка плюсовых насаждений или деревьев осуществляется по достижении их семенного потомства второго класса возраста, а окончательная – по достижении ими не менее 1/2 возраста рубки главного пользования или возраста спелости, принятого для

каждого вида растений в конкретной лесорастительной зоне [6]. На территории государственного лесного фонда Казахстана в зависимости от его категории рубки для сосны обыкновенной должны проводиться в возрасте от 120 до 160 лет [7].

По результатам проверки полусибсовых потомств в испытательных культурах производится отбор наиболее ценных плюсовых деревьев для закладки лесосеменных плантаций повышенной генетической ценности. Однако в настоящее время открытыми для обсуждения остаются вопросы относительно эффективности плюсовой селекции сосны.

В некоторых исследованиях приводятся сведения об эффективном отборе плюсовых деревьев для создания лесосеменных плантаций при анализе быстроты роста семенного потомства во втором классе возраста [8, 9]. Кроме того, получены результаты, которые подтверждают надежность предварительной оценки полусибсов, начиная с 7 лет, при сроке испытаний не более 25-30 лет [10]. В исследованиях других авторов отмечается низкая эффективность отбора плюсовых деревьев по результатам их семенного потомства в 20-летнем возрасте, полученных при свободном опылении [11].

Цель исследований: предварительная селекционно-генетическая оценка плюсовых деревьев сосны по результатам испытания их полусибсового потомства первой генерации.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись полусибсовые семьи потомства 47 плюсовых деревьев

P. sylvestris первой генерации. Испытательные культуры были созданы в 1984 г. на территории Северного Казахстана, в Акмолинской области, под руководством канд. биол. наук В.И. Мосина и канд. с.-х. наук А.И. Бреусовой. Общая площадь испытательных культур составила 4,06 га. Посадка двухлетних сеянцев производилась в блоки размером 30×8 м и 24×8 м при размещении 2×2 м в 1-3 повторностях. Контрольные блоки размещены через каждые 10-15 опытных делянок.

Для закладки опыта по испытанию полусибсов семей были заготовлены семена от свободного опыления непосредственно с плюсовых деревьев в лесных насаждениях и вегетативных потомств этих плюсовых деревьев из клонового архива. Для испытания семьи полусибсов были высажены с разделением по происхождению заготовленного семенного материала. Исследованиями были охвачены 73 семьи полусибсов: 12 семей полусибсов от клонов плюсовых деревьев; 9 семей полусибсов от плюсовых деревьев; по 26 одноименных полусибсовых семей от плюсовых деревьев и их клонов. Общая выборка составила 5553 дерева. На момент обследования возраст растений составлял 37 лет, общая сохранность – 57,5%.

Измерения таксационных показателей произведены в соответствии с общепринятыми в лесной таксации методами. Высота измерялась с помощью электронного высотомера «Haglob», диаметр ствола на высоте 1,3 м – с использованием мерной вилки «Haglob», размеры проекции кроны в двух направлениях – с применением мерной ленты.

Для качественной характеристики семей была произведена балльная оценка по показателям устойчивости, плотности кроны, качества ствола [12], плодоношения [13] и санитарного состояния [14]. Устойчивость к вредителям и болезням оценивалась по 5-балльной шкале: повреждения отсутствуют (5 баллов); поражено 10-20% органов (4 балла); поражено 21-30% органов (3 балла); поражено 31-40% (2 балла); 1 – поражено 41-50% и более (1 балл). Плотность кроны оценивалась следующим образом: 3 балла – густая; 2 балла – средней густоты, 1 балл – редкая или ажурная. Оценку качества ствола производили по шкале: 5 баллов – ствол прямой; 4 балла – слабое искривление ствола; 3 балла – одно-двукратное сильное «s-образное» искривление ствола; 2 балла – сильное многократное «s-образное» искривление ствола; 1 балл – сильное многократное искривление всего ствола.

При анализе данных были рассчитаны основные статистические показатели, применен

дисперсионный анализ (ANOVA). Для оценки значимости различий по показателям был проведен сравнительный анализ t-критерия Стьюдента. Весь объем собранного материала был подвергнут статистической обработке с помощью программ MS Excel 2010, SPSS Statistics 28.0.1.0 (142).

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований было установлено, что из 73 семей полусибсов у большей их доли (56,2%) показатели высоты были больше контроля. Проведенный анализ t-критерия Стьюдента показал достоверность превышения высоты над контролем только у 28,8% семей (13 семей полусибсов клонов и 8 семей полусибсов плюсовых деревьев). Эти семьи представляют собой наибольшую селекционную ценность и были рассмотрены при дальнейшем анализе их характеристик. Средние таксационные показатели этих семей приведены в таблице 1.

Превышение высоты над контролем находилось в пределах от 0,76 (семья 50к) до 2,31 м (семья 1к) и в среднем составляло 1,2 м, или 6,0%. Диаметр ствола этих семей в среднем составил $19,04 \pm 0,30$ м, а селекционное улучшение в среднем – 3,9%. При проведении дальнейшего анализа было установлено достоверное превышение контрольного значения только у 23,8% исследуемых семей, а их превышение над контролем возросло до 14,9%.

Таким образом, к числу наиболее продуктивных были отнесены 5 семей: 1к, 13к, 42, 38, 3к, которые отличаются наибольшими показателями по высоте и диаметру.

Положительный селекционный эффект был отмечен и другими авторами. В испытательных культурах сосны обыкновенной в Нижегородской области в возрасте 20-21 год установлено селекционное улучшение насаждений по высоте на 9,71%, а по диаметру ствола – на 4,7% [15]. Как и в наших исследованиях, было установлено уменьшение числа семей плюсовых деревьев, достоверно отличающихся от контроля по диаметру. Причиной такого явления могло послужить, по мнению автора, полное смыкание крон полусибсов, после чего возникли конкурентные условия, стимулирующие рост деревьев в высоту и ослабление их развития по диаметру.

В обобщенных сведениях по росту испытательных культур приводятся данные, в которых генетический эффект в среднем составляет 8-9%, причем в зависимости от вида и региона он может находиться в пределах от 2-5 до 13-15% [16]. Приведенные данные согласуются с нашими результатами.

Таблица 1. Таксационная характеристика и сохранность семенного потомства плюсовых деревьев

Table 1. Taxation characteristics and preservation of seed progeny of plus trees

| Семья Family | Высота, м Height, m | Диаметр, см Diameter, cm | Протяженность ствола до начала кроны, м The length of the trunk to the beginning of the crown, m | Диаметр кроны (север-юг), м Crown diameter (north-south), m | Диаметр кроны (запад-восток), м Crown diameter (west-east), m | Сохранность, % Preservation, % |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------------|---|--|--|---|
| 1к | 22,31±0,28* | 22,25±1,14* | 9,82±0,42 | 4,18±0,26 | 3,85±0,24 | 32,8 |
| 13к | 21,94±0,44* | 21,12±0,60* | 11,22±0,41 | 3,50±0,18 | 3,18±0,16 | 50,1 |
| 4к | 21,92±0,40* | 19,84±0,67 | 12,03±0,31 | 2,86±0,16 | 2,90±0,20 | 48,2 |
| 42 | 21,50±0,33* | 20,57±0,71* | 12,19±0,26 | 3,43±0,20 | 3,50±0,23 | 44,6 |
| 16 | 21,48±0,33* | 19,59±0,50 | 12,65±0,24 | 2,92±0,16 | 2,79±0,13 | 56,5 |
| 2к | 21,35±0,36* | 18,63±0,49 | 11,03±0,38 | 2,72±0,10 | 2,73±0,12 | 71,7 |
| 17к | 21,29±0,26* | 19,27±0,46 | 11,34±0,25 | 2,91±0,11 | 2,71±0,14 | 58,4 |
| 38 | 21,16±0,44* | 20,89±0,66* | 11,97±0,31 | 2,62±0,15 | 3,01±0,14 | 60,7 |
| 22к | 21,11±0,26* | 18,72±0,50 | 11,96±0,31 | 2,74±0,14 | 2,68±0,14 | 49,6 |
| 2 | 21,10±0,26* | 17,33±0,66 | 11,80±0,44 | 2,95±0,24 | 2,53±0,23 | 66,1 |
| 46 | 21,08±0,40* | 17,59±0,66 | 11,82±0,38 | 2,69±0,16 | 2,49±0,15 | 32,6 |
| 29 | 21,03±0,30* | 18,48±0,66 | 11,88±0,16 | 3,10±0,13 | 2,64±0,13 | 71,4 |
| 16к | 21,02±0,26* | 17,21±0,54 | 13,16±0,22 | 2,54±0,12 | 2,24±0,10 | 73,8 |

Примечание: * – значимые различия с контролем, при $P < 0,05$

Note: * – significant differences with the control, at $P < 0.05$

Протяженность ствола до начала кроны (бессучковая зона ствола) является важным показателем, который характеризует возможный выход деловой части ствола. В семенном потомстве плюсовых деревьев этот признак был включен в анализ при комплексной оценке ствола.

Согласно данным таблицы 1 бессучковая зона нижней части ствола в среднем составляла 55,7% от общей высоты ствола, а нижние ветви кроны находились на высоте 11,81±0,16 м. Наибольшая протяженность ствола до начала кроны выявлена у семьи 16к (13,16±0,22 м). Показатели в пределах 12 м были у семей 51к, 16, 72, 42, 6к, 4к. С учетом возраста испытательных культур и размещения посадочных мест доля бессучковой зоны с течением времени будет увеличиваться.

На период наблюдений в исследуемых культурах произошло смыкание кроны. По причине недостаточности освещения происходит отмирание побегов в нижних ярусах кроны, отмечается снижение охвоения. В некоторых источниках [17] говорится о том, что лучшее очищение ствола от сучьев наблюдается у узкокронных деревьев сосны. В среднем диаметры кроны семей имели приблизительно одинаковые размеры: север-юг – 2,95±0,09 м; запад-восток – 2,81±0,09 м. Однако размах значений кроны колеблется в пределах от 1,06 до 1,61 м.

Можно предположить, что на размер кроны влияет сохранность семей. Так, у семьи 1к при самой низкой сохранности (32,8%) самые большие размеры кроны отмечаются по двум

направлениям (4,18 и 3,85 м). Самые маленькие диаметры кроны сформированы у семей 72 и 16к – при сохранности соответственно 64,3 и 73,8%. Однако такая тенденция прослеживается не для всех семей. Например, у семьи 46 при низкой сохранности 32,6% сформирована одна из самых маленьких кроны по диаметру (2,69 и 2,49 м). Для исследуемых семей была установлена слабая отрицательная корреляционная связь ($r = -0,5$) между размерами кроны и сохранностью.

Таким образом, наибольшая протяженность ствола до начала кроны при наименьших размерах ее диаметров была установлена для семей 38, 22к, 14к, 72, 51к, 16к.

Дополнительными и не менее важными признаками при комплексной оценке потомства плюсовых деревьев являются такие показатели, как качество ствола, санитарное состояние, плотность кроны, устойчивость к вредителям и болезням, а также плодоношение. Для характеристики семей по этим показателям был проведен кластерный анализ, дендрограмма которого представлена на рисунке.

На дендрограмме различимы 3 основных кластера, которые сочетают в себе наиболее близкие значения по 5 анализируемым показателям. Данный метод позволил выделить семьи в отдельные группы в соответствии с балльными оценками. Для каждого кластера были рассчитаны средние значения всех показателей, включающие в себя балльную оценку каждого дерева из семьи (табл. 2).

С помощью дисперсионного анализа ANOVA была установлена достоверность различий кластеров (при $P < 0,05$) по всем показателям, кроме плодоношения. У всех анализируемых семей наблюдалось очень слабое плодоношение: 20-30 шишек в кроне одного дерева.

К первому кластеру были отнесены семьи 51к и 16к, у которых отмечены признаки ослабления. На момент обследования были обнаружены незначительные повреждения хвои. Крона имеет среднюю плотность. Также у полусибсов этих семей присутствовало слабое искривление ствола.

Второй и третий кластеры сформированы из семей без признаков ослабления. Для них характерны наличие прямого ствола без изгибов, отсутствие повреждений, густое охвоение кроны. Однако у семей третьего кластера средние значения показателей были лучше, чем во втором, за счет большего количества лучших деревьев в семьях. Потомство плюсовых деревьев в этих семьях проявляет наибольшую устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов и представляет собой наибольшую селекционную ценность.

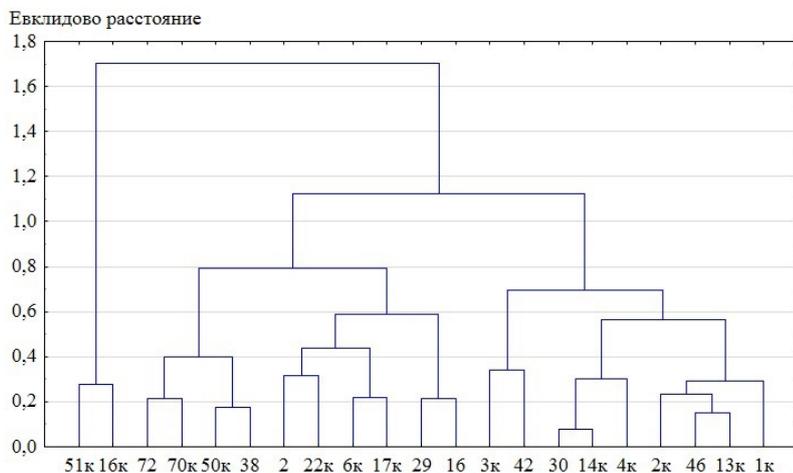


Рис. Кластеризация семей по комплексу показателей

Fig. Clustering of families by a set of indicators

Таблица 2. Элементы кластеров и средние баллы по показателем

Table 2. Clusters elements and their average scores by indicators

| Номер кластера / Cluster number | 1 | 2 | 3 |
|--|-----------|---|--------------------------------------|
| Элемент кластера / Cluster element | 51к, 16к | 16, 17к, 38, 22к, 2, 29, 70к, 6к, 50к, 72 | 1к, 13к, 4к, 42, 2к, 46, 14к, 3к, 30 |
| Качество ствола, балл / Trunk quality, score | 4,17±0,12 | 4,57±1,44 | 4,74±0,09 |
| Санитарное состояние, балл / Sanitary condition, score | 1,99±0,12 | 1,50±0,11 | 1,28±0,09 |
| Плотность кроны, балл / Crown density, score | 2,08±0,24 | 2,63±0,13 | 2,89±0,14 |
| Устойчивость к вредителям и болезням, балл / Resistance to pests and diseases, score | 3,71±0,24 | 4,47±0,13 | 4,88±0,12 |
| Плодоношение, балл / Fruiting, score | 0,14±0,02 | 0,15±0,06 | 0,16±0,02 |

Выводы

В ходе исследований была произведена комплексная оценка потомства плюсовых деревьев *P.sylvestris* первой генерации в возрасте 37 лет, произрастающих в северной части Казахстана.

Согласно таксационной характеристике из 73 семей полусибсов достоверное превышение высоты над контролем было установлено для 21 семьи (28,77%), которое в среднем составило 1,2 м, или 6,0%. Высота семей, достоверно превышающих контроль, находилась в пределах от 20,76±0,25 м (семья 50к) до 22,31±0,28 м (семья 1к) при контроле 20,00±0,24 м. Из этих семей только для 5 семей было установлено достоверное превышение диаметра над контролем (на 14,9%). Выявлены семьи (38, 22к, 14к, 72, 51к, 16к) с наименьшим диаметром кроны и наибольшей протяженностью нижней части ствола до ее начала.

В числе семей полусибсов, достоверно превышающих контроль по высоте, большее их количество (13 из 21) явилось происхождением от клонов плюсовых деревьев, то есть из клонового архива. Возможно, перекрестное опыление между клонами плюсовых деревьев, обладающих хорошими наследственными качествами, способствовало проявлению у их семенного потомства способности к быстрому росту от обоих родителей.

Оценка качественного состояния полусибсовых семей позволила выделить семьи без признаков ослабления, отличающихся прямоствольностью и общей устойчивостью: 1к, 13к, 4к, 42, 2к, 46, 14к, 3к, 30.

Таким образом, в результате комплексной оценки к перспективным по продуктивности и качественным характеристикам были отнесены семьи 1к, 13к, 42, 38, 3к.

Данное исследование финансируется Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (№ BR10263776)

This study is funded by the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan (№ BR10263776).

Список использованных источников

1. Пояснительная записка к материалам государственного лесного кадастра и кадастра особо охраняемых лесных территорий лесного фонда Республики Казахстан по состоянию на 1 января 2021 г. Алматы: Республиканское государственное казенное предприятие «Казахское лесостроительное предприятие», 2021. 138 с.
2. **Данчева А.В.** Повышение рекреационной устойчивости и привлекательности сосновых лесов Казахстана: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Екатеринбург, 2018. 40 с.
3. **Крекова Я.А., Чеботко Н.К.** История и развитие лесной селекции в Казахстане // Повышение эффективности лесного комплекса: Материалы Пятой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск: ПГУ, 2019. С. 54-56.
4. **Чеботко Н.К., Стихарева Т.Н., Кириллов В.Ю.** Вклад сотрудников КазНИИЛХА в селекцию и сохранение генофонда древесных растений (краткий исторический обзор) // Сибирский лесной журнал. 2020. № 4. С. 55-67. DOI: 10.15372/SJFS20200407.
5. **Чеботко Н.К., Крекова Я.А., Бейсенбай А.Б., Шарипова А.К.** Оценка клонового потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной на севере Казахского мелкосопочника // 3i: Intellect, Idea, Innovation-интеллект, идея, инновация. 2022. № 4. С. 212-221. DOI: 10.52269/22266070_2022_4_212.
6. Об утверждении Правил выявления, создания и эксплуатации объектов селекционно-семеноводческого назначения: Приказ Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 27 августа 2013 г. № 258-□. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1300008751/> (дата обращения: 19.02.2023).
7. Об утверждении возраста рубки леса на территории государственного лесного фонда: Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 12 июля 2011 г. № 14-1/392. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1100007101/> (дата обращения: 16.02.2023).
8. **Раевский Б.В., Щурова М.Л., Чепик Ф.А.** Некоторые результаты селекционно-генетической оценки плюсовых деревьев сосны обыкновенной в испытательных культурах Карелии // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. № 224. С. 6-20. DOI: 10.21266/2079-4304.2018.224.6-20.
9. **Сидор А.И., Луферова Н.С., Фомин Е.А.** Селекционно-генетическая оценка полусибсовых потомств плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесное хозяйство: Материалы 86-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием). Минск: БелГТУ, 2022. С. 297-298.
10. **Раевский Б.В., Куклина К.К., Щурова М.Л.** Селекционно-генетическая оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной в Карелии // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2020. № 3. С. 45-59. DOI: 10.17076/eb1163.
11. **Видякин А.И.** Генетическая оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по росту семенного потомства в испытательных культурах // Аграрный вестник Урала. 2010. № 8 (74). С. 58-60.

References

1. Explanatory note to the materials of the state forest cadastre and cadastre of specially protected forest areas of the forest fund of the Republic of Kazakhstan as of 01.01.2021. Almaty: Republican State Enterprise "Kazakh Forest Management Enterprise", 2021. 138 p.
2. **Dancheva A.V.** Improving the recreational sustainability and attractiveness of pine forests in Kazakhstan. dis. ... Doctor of agricultural sciences: 06.03.02 Ekaterinburg, 2018. 40 p.
3. **Krekova Y.A., Chebotko N.K.** History and development of forest selection in Kazakhstan // Improving the efficiency of the forest complex: mater.pyatoy Vseros. nats.nauch.-prakt.konf. with international participation. Petrozavodsk: PSU, 2019. P. 54-56.
4. **Chebotko N.K., Stikhareva T.N., Kirillov V.Yu.** The contribution of Kazakh Forest Plant employees to the selection and preservation of the gene pool of woody plants (a brief historical review) // Siberian Forest Journal. 2020. № 4. P. 55-67. DOI: 10.15372/SJFS20200407.
5. **Chebotko N.K.** Assessment of the clonal progeny of plus pine trees in the north of the Kazakh hills / Krekova Y.A., Beisenbay A.B., Sharipova A.K. // 3i: Intellect, Idea, Innovation – intelligence, idea, innovation. 2022. No 4. P. 212-221. – DOI 10.52269/22266070_2022_4_212.
6. Order of the Minister of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan dated August 27, 2013 No. 258-O: "On approval of the Rules for identifying, creating and operating objects for breeding and seed purposes". Available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1300008751/> (accessed: 19.02.2023).
7. Order of the Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated July 12, 2011 No. 14-1/392: "On approval of the age of logging in the territory of the state forest fund". Available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1100007101/> (accessed: 16.02.2023).
8. **Raevskij B.V., Shchurova M.L., Chepik F.A.** Some results of selection and genetic evaluation of plus pine trees in test cultures of Karelia // Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy. 2018. No 224. P. 6-20. – DOI 10.21266/2079-4304.2018.224.6-20.
9. **Sidor A.I., Luferova N.S., Fomin E.A.** Selection and genetic assessment of semi-siblage offspring of plus pine trees // Forestry: Materials of the 86th scientific-technical conference of prof. – lecturers, scientific staff and graduate students (with international participation). Minsk: BelSTU, 2022. S. 297-298.
10. **Raevskij B.V., Kuklina K.K., Shchurova M.L.** Selection and genetic assessment of plus pine trees in Karelia // Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2020. № 3. P. 45-59. – DOI 10.17076/eb1163.
11. **Vidyakin A.I.** Genetic assessment of plus pine trees by the growth of seed progeny in test crops // Agrarian Bulletin of the Urals. 2010. № 8(74). P. 58-60. 12.
12. **Prokazin E.P.** Study of existing and creation of new geographical cultures (program and methodology of work). Pushkino, 1972. 52 p.

12. Проказин Е.П. Изучение имеющихся и создание новых географических культур (программа и методика работ). Пушкино, 1972. 52 с.

13. Бреусова А.И. Прогноз и учет урожая шишек и семян сосны обыкновенной на ПЛСУ и ЛСП // Информационный листок. 2003. № 05. 4 с.

14. Об утверждении Правил рубок леса на участках государственного лесного фонда: Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 30 июня 2015 г. № 18-02/596. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500011894/> (дата обращения: 20.12.2022).

15. Бессчетнова Н.Н. Оценка эффективности отбора плюсовых деревьев сосны обыкновенной в испытательных культурах в Нижегородской области // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2009. № 2. С. 31-36.

16. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Проблемы и перспективы развития отечественной лесной селекции // Материалы Международного агробиотехнологического симпозиума / Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. 2016. Т. 2. С. 116-120.

17. Царев А.П., Погиба С.П., Тренин В.В. Селекция и репродукция лесных древесных пород: Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Лесное и ландшафтное хозяйство». М.: «Логос», 2003. 520 с.

Критерии авторства

Крекова Я.А., Чеботько Н.К. выполнили теоретические и численные исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Крекова Я.А., Чеботько Н.К. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Статья поступила в редакцию: 10.03.2023 г.

Одобрена после рецензирования 14.05.2023

Принята к публикации 14.05.2023

13. Breusova A.I. Forecast and accounting of the harvest of cones and seeds of Scots pine at PLSU and LSP // Information sheet No. 05. 2003. 4 p.

14. Order of the Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated June 30, 2015 No. 18-02/596 "On approval of the Rules for logging in areas of the state forest fund". Available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500011894/> (accessed: 20.12.2022)

15. Besschetnova N.N. Assessment of the effectiveness of the selection of positive pine trees in test crops in the Nizhny Novgorod region // Bulletin of the Moscow State University of Forests – Forest Bulletin. 2009. No 2. P. 31-36.

16. Besschetnov V.P., Besschetnova N.N. Problems and prospects for the development of domestic forest selection // Materials of the international agrobiotechnological symposium, "Nizhny Novgorod State Agricultural Academy", 2016. V. 2. P. 116-120.

17. Tsarev A.P., Pogiba S.P., Trenin V.V. Selection and reproduction of forest tree species: a textbook in the direction of "Forestry and Landscape Management". М.: «Logos», 2003. 520 p. ISBN5-94010-126-7.

Criteria of authorship

Krekova Ya.A., Chebotko N.K. carried out theoretical and computational investigations, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Krekova Ya.A., Chebotko N.K. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 10.03.2023

Approved after reviewing 14.05.2023

Accepted for publication 14.05.2023