

УДК 630.165.6

МРНТИ 68.35.03

https://doi.org/10.52269/22266070_2023_4_78

РОСТ ПОЛУСИБСОВЫХ ПОТОМСТВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУРАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Крекова Я.А. – PhD, заведующая отделом селекции, Казахский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана, г. Щучинск.

Чеботько* Н.К. – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Казахский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана, г. Щучинск.

В статье рассматриваются основные таксационные показатели полусибсов в возрасте 36 лет. Общая сохранность всех семей – 51,5%, средняя высота – $17,04 \pm 0,13$ м, средний диаметр ствола на высоте 1,3 м – $19,97 \pm 0,21$ см. В отношении показателей диаметра ствола и сохранности, выявлена высокая отрицательная корреляционная связь ($r = -0,68$). Было установлено, что рост полусибсов в высоту обусловлен влиянием генотипа на 30,6%, а рост по диаметру на 15,6%. Выявлено достоверное превышение высоты над контролем у 40,7% семей, а диаметра ствола у незначительной доли семей – 5,6%. Эффект селекционного улучшения по высоте составил 8,8%, а по диаметру ствола – 13,5%. Определено, что потомства плюсовых деревьев, полученных в один и тот же год при свободном опылении в естественном насаждении и коллекционном участке (клон плюсового дерева) имели как низкую, так и высокую общую комбинационную способность в зависимости от опылителя. На основании полученных результатов сделан вывод о нецелесообразности разделения семей от одного и того же плюсового дерева в зависимости от происхождения при оценке их роста.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., сосна обыкновенная, полусибсы, высота, диаметр ствола, сохранность.

КӘДІМГІ ҚАРАҒАЙДЫҢ ЖАРТЫЛАЙ СИЫРЛЫ ҰРПАҚТАРЫНЫҢ ӨСУІ СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ СЫНАҚ МӘДЕНИЕТТЕРІНДЕ

Крекова Я.А. – PhD, селекция бөлімінің меңгерушісі, Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты, Щучье қаласы, Қазақстан Республикасы.

Чеботько Н.К.* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, жетекші ғылыми қызметкер, Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты, Щучье қаласы, Қазақстан Республикасы.

Мақалада 36 жастағы жартылай бибстердің негізгі таксациялық көрсеткіштері қарастырылады. Барлық отбасылардың жалпы сақталуы – 51,5%, орташа биіктігі – $17,04 \pm 0,13$ м, оқпанның орташа диаметрі 1,3 м биіктікте – $19,97 \pm 0,21$ см. Дің диаметрі мен сақталуы көрсеткіштеріне қатысты жоғары теріс корреляциялық байланыс ($r = -0,68$) анықталды. Биіктіктегі жартылай бибстердің өсуі генотиптің 30,6%-ға, ал диаметрі бойынша 15,6%-ға әсерінен болатындығы анықталды. Отбасылардың 40,7%-ы биіктіктің бақылаудан, ал ұңғының диаметрі шамалы отбасылар үлесінің 5,6%-ы бақылаудан анық асып кеткені анықталды. Селекциялық жақсартудың биіктігі бойынша 8,8%-ды, ал діңнің диаметрі бойынша 13,5%-ды құрады. Табиғи екпелерде және коллекциялық учаскелерде (артықшылығы бар ағаш клоны) еркін тозаңдану кезінде бір жылда алынған артықшылығы бар ағаштардың ұрпақтары тозаңдандырғышқа байланысты төмен де, сондай-ақ жалпы комбинациялық қабілеті жоғары болғаны анықталды. Алынған нәтижелердің негізінде олардың өсуін бағалау кезінде шығу тегіне байланысты отбасыларды бір артықшылығы бар ағаштан бөлудің орынсыздығы туралы қорытынды жасалды.

Түйінді сөздер: *Pinus sylvestris* L., кәдімгі қарағай, жартылай бүріккіштер, биіктігі, діңінің диаметрі, сақталуы.

GROWTH OF HALF-SIBS OFFSPRING OF SCOTS PINE IN TEST CULTURES OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Krekova Y.A. – PhD, Head of the Breeding Department, A.N.Bukeikhan Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan.

Chebotko N.K.* – Candidate of Agricultural Sciences, Leading researcher, A.N.Bukeikhan Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan.

The article discusses the main taxation indicators of half-sibs at the age of 36 years. The total viability of all families is 51.5%, the average height is 17.04 ± 0.13 m, and average trunk diameter at a height of 1.3 m is 19.97 ± 0.21 cm. A high negative correlation ($r = -0.68$) was found with respect to the trunk diameter and viability indicators. It was found that the height growth of half-sibs is influenced by genotype by 30.6%, and the diameter growth - by 15.6%. A significant increase in height compared to the control was observed in 40.7% of families, while a minor increase in trunk diameter was noted in a small portion of families - 5.6%. The selective height improvement effect amounted to 8.8%, and for trunk diameter, it was 13.5%. It was determined that the offspring of plus trees obtained in the same year with free pollination in a natural plantation and a collection plot (clone of a plus tree) had both low and high overall combining ability, depending on the pollinator. Based on the results obtained, it is concluded that it is impractical to separate families from the same plus tree depending on the origin when assessing their growth.

Key words: *Pinus sylvestris* L., Scots pine, half-sibs, height, trunk diameter, viability.

Введение. Лесные насаждения занимают 31% земной поверхности (4,06 млрд. га), однако в последние десятилетия отмечено сокращение их площади [1, с. 8]. На лесные насаждения непосредственное влияние оказывают изменяющиеся климатические условия. В большинстве случаев, рост среднегодовой температуры оказывает негативное влияние на древесные растения, в особенности в аридных условиях с засушливым климатом. Продолжительные засухи способствуют ослаблению насаждений, что приводит к вспышкам болезней и увеличению численности насекомых вредителей [2, с. 254]. Продолжительные засушливые периоды и снижение уровня грунтовых вод могут спровоцировать сокращение ареала насаждений или смену пород [3, с. 105].

Казахстан расположен в центре Евразии и занимает территорию площадью 2,72 млн. км². Для Казахстана характерен континентальный и засушливый климат, скудное и неравномерное распределение водных ресурсов, а также широкое распространение песков (до 30 млн. га) и засоленных земель (127 млн. га). На засушливые и субгумидные земли приходится более 75 % территории страны. При этом лесные растительные сообщества представлены 108 видами древесных пород и 310 видами кустарников [4, с. 9]. В виду особенностей природно-климатических условий лесистость республики составляет 4,9 %. Одним из наиболее ценных в хозяйственном отношении видом является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), которая относится к числу основных лесобразующих пород Казахстана и занимает площадь 860,2 тыс. га покрытых лесом угодий [5, с. 6]. Основная доля сосняков (84%) сосредоточена в Северном и Восточном Казахстане по южной границе естественного ареала сосны обыкновенной. Сосновые леса здесь являются реликтовыми. Сохранение и воспроизводство этих лесов возможно при реализации разносторонних научных направлений, одним из которых является лесная селекция. Так, улучшение качественного состава лесных насаждений возможно за счет создания лесных культур из селекционного посадочного материала.

Началом планомерных исследований по селекции в Казахстане принято считать 1960 год, когда начали создавать селекционно-генетические объекты сосны обыкновенной [6, с. 54]. По прошествии времени были проведены исследования природных популяций сосны, получены результаты по внутривидовой гибридизации, влиянию типа полового размножения на продуктивность потомств, селекционно-генетической оценке плюсовых деревьев и сортоиспытанию [7, с 55].

В настоящее время актуальны вопросы эффективности плюсовой селекции, ранней диагностики наследственных свойств плюсовых деревьев и сокращения сроков предварительного отбора. Сосна обыкновенная является одним из основных лесобразующих и хозяйственно-ценных видов, в виду чего повышение селекционной ценности данного вида является актуальной задачей.

Эффективность плюсовой селекции древесных растений на продуктивность оценивается по результатам изучения роста семенного потомства плюсовых деревьев в испытательных культурах. Проведенный массовый отбор считается эффективным, если селектируемый признак испытываемой совокупности будет статистически значимо отличаться от контроля [8, с. 18]. Накопленный опыт и результаты испытания потомств плюсовых деревьев позволяют сделать определенные выводы в этом направлении. Так как сосна обыкновенная является одной из главных лесобразующих пород Северной Евразии, исследования по селекционному улучшению сосновых лесов не утратили своей значимости до настоящего времени.

Материалы и методы исследований. Цель исследования заключалась в проведении генетической оценки плюсовых деревьев сосны обыкновенной по росту полусибсов в испытательных культурах третьей генерации.

Испытательные культуры третьей генерации расположены в Акмолинской области Северного Казахстана. Создание объекта осуществлено под контролем и участием канд. биол. наук В.И. Мосина и канд. с.-х. наук А.И. Бреусовой в 1986 году. Общая площадь культур – 4,6 га. Двухлетние сеянцы были высажены с размещением 2×2 м в блоки размером 16×16 м (64 растения в делянке). Повторности семей полусибсов от 1 до 4. Контрольные блоки были высажены через каждые 7-12 опытных делянок.

Для испытания потомств 42 плюсовых деревьев были заготовлены семена от свободного опыления с плюсовых деревьев («+») и их клонов («к») из коллекционного участка. При посадке в испытательные культуры семьи полусибсов были разделены в зависимости от происхождения заготовленного семенного материала. Объектами исследований являлись 54 семьи полусибсов сосны обыкновенной третьей генерации (13 семей полусибсов от клонов плюсовых деревьев («к»), 17 семей полусибсов от плюсовых деревьев («+») и по 12 одноименных полусибсовых семей от плюсовых деревьев и от их клонов («+» и «к»). На момент обследования возраст культур составлял 36 лет, сохранность 51,5%.

Измерения таксационных показателей (высота, диаметр ствола) проведены в соответствии с общепринятыми в лесной таксации методами. Уровень индивидуальной изменчивости определен по эмпирической шкале [9, с. 28]. Объем собранного материала был подвергнут математической обработке в соответствии с общепринятыми в биологических исследованиях методиками [10, с. 258]. При анализе данных были рассчитаны основные статистические показатели, применен дисперсионный анализ (ANOVA). Значимость различий по показателям была проведена методом сравнительного анализа t-критерия Стьюдента. Весь объем данных был подвергнут статистической обработке с помощью программ MS Excel 2021, Statistica 10.

Результаты исследования. Проявление фенотипических различий по высоте семей полусибсов обусловлены влиянием комплекса абиотических факторов и генотипических особенностей. На протяжении всего периода онтогенеза полусибсов экологический фон был одинаковым для всех семей, однако на основании произведенных измерений были установлены различия в их росте. Высота исследуемых семей находилась в пределах от 15,18±0,19 м («43к») до 19,24±0,35 м («+47»), при средней межсемейной высоте 17,04±0,13 м. Наименьший диаметр ствола был установлен для семьи «+6» (17,04±0,56 см), а максимальное превышение этого показателя на 7,32 см было у семьи «52 к» (24,36±1,00 см). Межсемейный диаметр ствола в среднем составил 19,97±0,21 см.

По результатам проведенного дисперсионного анализа (ANOVA) было выявлено наличие значимых различий между средними показателями высоты и диаметра ствола по всем семьям в генерации (таблица 1).

Таблица 1 – Дисперсионный анализ зависимости таксационных показателей от индивидуальных особенностей полусибсов

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение
Высота, м					
Между группами	1271,75	53	24,00	12,30	1,32E-83
Внутри групп	2881,48	1477	1,95		
Итого	4153,23	1530			
Диаметр ствола, см					
Между группами	3409,80	53	64,34	5,15	3,55E-28
Внутри групп	18443,06	1477	12,49		
Итого	21852,86	1530			

F критическое: 1,35

Согласно полученным данным влияние генотипа полусибсов на исследуемые показатели достоверно. Дальнейший анализ показал, что рост полусибсов в высоту обусловлен влиянием генотипа на 30,6%, а рост по диаметру на 15,6%. Высота дерева является одним из основных показателей, характеризующих продуктивность, и учитывается в первую очередь при отборе плюсовых деревьев. Диаметр ствола и его качественная характеристика также являются ценными признаками, влияющими на выход и сортность древесины. Следовательно, наибольшую ценность представляют семьи, в которых проявились наследственные качества материнских деревьев по росту.

В результате испытания семенного потомства плюсовых деревьев в культурах было установлено, что превышение контроля по высоте было у 74,1% семей, а доля семей, превосходящих контроль по диаметру, составила 33,3%. Дальнейший анализ высоты и диаметра показал уменьшение доли семей, достоверно превышающих контроль (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительная характеристика средних значений высоты и диаметра ствола полусибсов относительно контроля

Показатель		больше контроля	достоверно больше (при P<0,05)	меньше контроля
Высота, м (контроль 16,48±0,27 м)				
X±m _x		17,45±0,11	17,93±0,13	15,88±0,10
отношение к контролю	м	0,97	1,45	-0,6
	%	5,9	8,8	-3,6
доля семей, %		74,1	40,7	29,6
Диаметр ствола, см (контроль 20,62±0,70 см)				
X±m _x		21,76±0,22	23,41±0,48	19,08±0,16
отношение к контролю	см	1,14	2,79	-1,54
	%	5,5	13,5	-7,5
доля семей, %		33,3	5,6	66,7

Таким образом, менее половины семей (22 семьи) показали достоверное превышение высоты над контролем в среднем на 1,45 м. По диаметру ствола отмечено резкое сокращение доли семей до 5,6%, достоверно превышающих контроль. При этом величина превышения диаметра увеличилась в 2,5 раза. Обобщая полученные результаты, можно заключить, что селекционный эффект оценивается повышением на 8,8% по высоте и 13,5% по диаметру ствола.

Для отобранных по высоте 22 семей характерен низкий уровень изменчивости по высоте и средний по диаметру. На рисунке представлены различия по высоте лучших семей сопоставленные с их диаметром ствола и сохранностью.

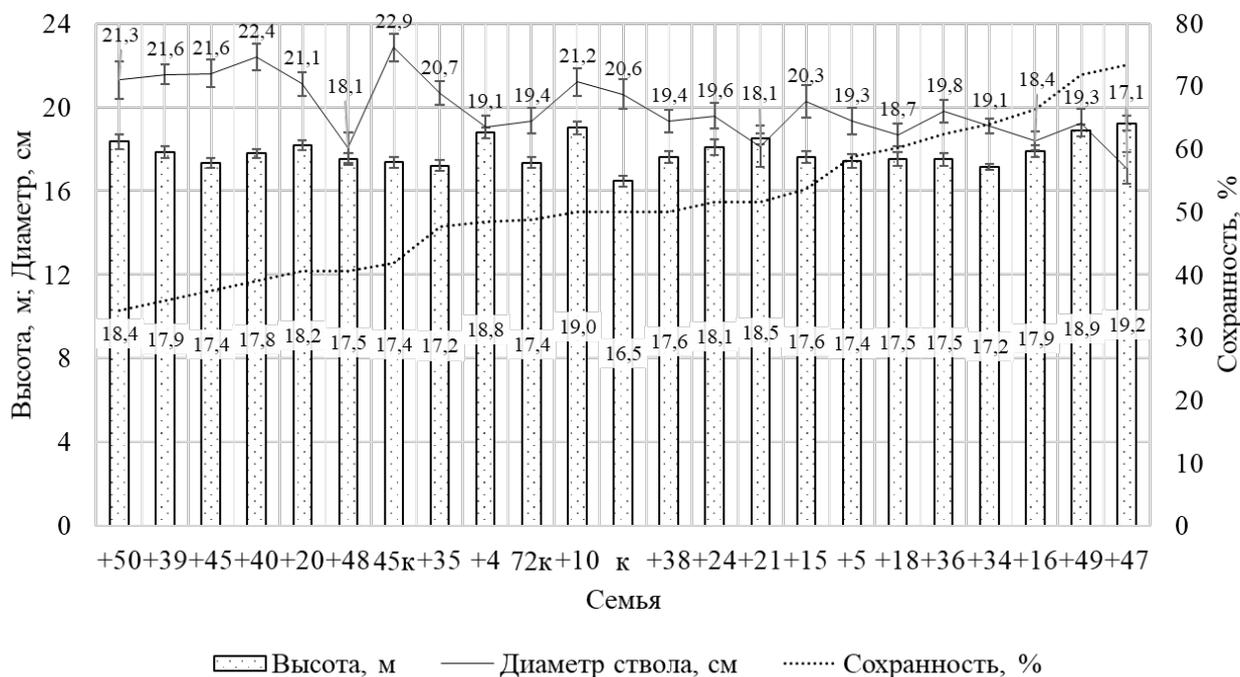


Рисунок – Таксационные показатели лучших семей и их сохранность

Размах значений высот семей составлял 2,07 м, при размахе показателей диаметра 5,75 см. Среди представленных семей, достоверное превышение контроля по диаметру ствола было выявлено только для семьи «45 к» (22,85±0,67 см). Изменения рангового положения высот полусибсов прослеживались на протяжении всего периода их роста. Так, после достижения ими 10-12 – летнего возраста и смыкания крон в культурах начался период роста в высоту при замедлении роста по диаметру. Возникшие конкурентные условия между растениями способствовали активизации роста в высоту определенных полусибсов, которые заняли господствующее положение в насаждении. В настоящее время происходят процессы естественного отпада отстающих и ослабленных деревьев в семьях и изменение показателей сохранности.

На рисунке представлена кривая сохранности изучаемых семей, которая находилась в пределах от 34,4 % (семья «+50») до 73,4% (семья «+47»). Сопоставление данных текущей сохранности и высоты не выявили значимой корреляционной связи ($r = 0,23$). В отношении показателей диаметра ствола и сохранности, напротив, выявлена высокая отрицательная корреляционная связь ($r = -0,68$). На рисунке наглядно видно, что при низкой сохранности показатели диаметра имеют одни из самых больших значений. Затем, по мере увеличения сохранности наблюдается скачкообразное изменение диаметров в сторону уменьшения, до минимальных значений при максимальной сохранности. Предположительно, в семьях с меньшей сохранностью дальнейший рост по диаметру будет более интенсивный, чем в семьях с высокой сохранностью. Для подтверждения данного предположения необходимы дальнейшие многолетние наблюдения за ростом данных семей.

Обсуждение. В настоящее время проведены углубленные исследования аллельных комбинаций некоторых генов растений, которые подтверждают, что фенотипические признаки обусловлены генетически [11, с. 179; 12, с. 1]. Однако их проявление в определенной степени зависит от характера взаимодействия генов при половом размножении и условий роста полученного потомства. При перекрестном опылении древесных растений происходит рекомбинация генов, при которой признаки материнских деревьев не всегда сохраняются в исходном виде [13, с. 174].

Данное заключение нашло отражение и в наших исследованиях, где в потомстве одного и того же плюсового дерева проявилась индивидуальная фенотипическая изменчивость. Из 42 испытываемых плюсовых деревьев выше контроля были потомства 35 плюсовых деревьев. Однако, достоверное превышение высоты установлено для потомств 21 плюсового дерева. Более детальный анализ показал, что достоверное превышение контроля по высоте составляют семьи разного происхождения: 54,5% – только от плюсовых деревьев («+47», «+10», «+4», «+50», «+24», «+39», «+40», «+15», «+38», «+18», «+36», «+5»), 4,5% – только от клонов плюсовых деревьев («72к»), 9,1% – одноименные семьи: «+45» и «45к». Остальная доля семей (31,8%) была происхождением от плюсовых деревьев («+49», «+21», «+20», «+16», «+48», «+35», «+34»), но их одноименные семьи от клонов из коллекционного участка не имели достоверного превышения над контролем или были ниже его, т.е. их ранговые распределения были случайными.

Полученные результаты согласуются с исследованиями М.В. Рогозина, в которых делается вывод о нецелесообразности оценки роста потомств от свободного опыления по одному из урожаев [14, с. 53]. Автор указывает на то, что проявление различий по росту в потомстве плюсового дерева может изменяться в зависимости от вклада каждого из опылителей и от года наблюдений. В связи с этим, определение общей комбинационной способности приемлемо минимум по двум любым урожаем.

При оценке роста потомства плюсовых деревьев важное значение имеет их возраст, при котором ранговое положение генотипов останется относительно стабильным. Надежность предварительного отбора по показателям роста в лесной селекции приобретает все большую актуальность, т.к. от этого зависит сокращение сроков получения новых устойчивых и продуктивных насаждений. Согласно некоторым исследованиям, основанных на корреляции высот материнских деревьев и их потомства в определенных возрастах были определены наиболее оптимальные возраста предварительного отбора. Так, для ели белой (*Picea glauca* (Moench) Voss) и сосны скрученной (*Pinus contorta* Douglas ex Loudon) оптимальный возраст оценки роста составил 40-50 лет при планируемой рубке в 100 лет [15, с. 1099]. В результате исследования полусибсов пихты сахалинской *Abies sachalinensis* (F. Schmidt) Mast. в возрастном интервале от 5 до 40 лет было установлено, что для предварительного отбора оптимальным является возраст 10-15 лет. В этом возрасте показатели наследуемости в узком смысле (h^2) были самыми высокими и составляли 0,84-1,74 и 1,42-2,24 по высоте и диаметру ствола соответственно [16, с. 31]. При исследовании потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной в Болгарии было установлено, что индивидуальный отбор является перспективным направлением для генетического улучшения сосны обыкновенной, но при этом ранговые перемещения по росту могут наблюдаться даже после 30-летнего возраста растений [17, с. 819]. Представляют интерес исследования М.В. Рогозина по раннему отбору быстрорастущих лесообразующих видов. Автором установлено, что диагностика лидеров по росту возможна с 4-5 лет, при надежности 68% для сосны и 64% для ели, а по достижении ими 7-10 лет вероятность прогноза лидеров возрастает до 74-76% [18, с. 148].

Согласно нормативным документам на территории государственного лесного фонда Казахстана, предварительная генетическая оценка плюсовых насаждений или деревьев сосны обыкновенной осуществляется по достижении их семенного потомства II класса возраста (21-40 лет), а окончательная по достижении ими не менее одной второй возраста рубки главного пользования или возраста спелости, т.е. 60-80 лет [19, с. 9; 20, с. 2]. Таким образом, проведенная нами оценка роста потомства плюсовых деревьев в возрасте 36 лет носит предварительный характер. Однако, результаты новых исследований подтверждают надежность и целесообразность сокращения сроков отбора для лесообразующих видов.

Выводы. В результате исследований установлено достоверное превышение высоты над контролем для 40,7% семей, а по показателю диаметра ствола у 5,6% семей. Эффективность селекционного отбора по результатам роста полусибсового потомства третьей генерации составила 8,8% по высоте и 13,5% по диаметру ствола.

Выявлены низкая и высокая общая комбинационная способность семенных потомств разного происхождения от одного и того же плюсового дерева. На основании этого следует сделать вывод о нецелесообразности разделения семей по происхождению в генерации при оценке их роста, несмотря на соответствие года формирования урожая семян, их заготовки и выращивания сеянцев. Для наиболее точной характеристики потомств и оценки их роста следует учитывать полусибсы, полученные от разных годов урожая.

Информация о финансировании: Данное исследование финансируется Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (ИРН BR10263776).

ЛИТЕРАТУРА:

1 **In Brief to The State of the World's Forests 2022.** Forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies [Text]. – Rome, FAO, 2022. – 28 p. – <https://doi.org/10.4060/cb9363en>.

2 **Чугункова, А.В.** Влияние глобального изменения климата на экономику лесного и сельского хозяйства: риски и возможности [Текст] / А.В. Чугункова, А.И. Пыжев, Ю.И. Пыжева // Актуальные проблемы экономики и права. – 2018. – Т. 12, № 3. – С. 523-537. – <https://doi.org/10.21202/1993-047X.12.2018.3.523-537>.

3 **Jactel, H.** Responses of forest insect pests to climate change: not so simple [Text] / H. Jactel, J. Koricheva, B. Castagnyrol // Current Opinion in Insect Science 35. – 2019. – P. 103–108. – <https://doi.org/10.1016/j.cois.2019.07.010>.

4 **Концепция по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Казахстан до 2030 года** [Текст]. – Астана, 2015. – 75 с. – <https://tehranconvention.org/system/files/kazakhstan/koncepciya.pdf>.

5 **Справка о состоянии и динамике лесного фонда Республики Казахстан по состоянию на 01.01.2021 г.** [Текст] – Алматы: Республиканское государственное казенное предприятие «Казахское лесоустроительное предприятие», 2021. – 78 с.

6 **Крекова, Я.А.** История и развитие лесной селекции в Казахстане [Текст] / Я.А. Крекова, Н.К. Чеботько // Повышение эффективности лесного комплекса: матер. пятой Всерос. нац. науч.-практ. конф. с междунар. уч. – Петрозаводск: ПГУ, 2019 а. – С. 54-56.

7 **Чеботько, Н.К.** Вклад сотрудников КазНИИЛХА в селекцию и сохранение генофонда древесных растений (краткий исторический обзор) [Текст] / Н.К. Чеботько, Т.Н. Стихарева, В.Ю. Кириллов // Сибирский лесной журнал. – 2020. – № 4. – С. 55-67. – <https://doi.org/10.15372/SJFS20200407>.

8 **Видякин, А.И.** Эффективность плюсовой селекции древесных растений [Текст] / А.И. Видякин // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – Т. 27. – № 1-2. – С. 18-24.

9 **Мамаев, С.А.** Формы внутривидовой изменчивости древесных растений [Текст] / С.А. Мамаев. – Москва: Наука, 1972. – 284 с.

10 **Багинский, В.Ф.** Биометрия в лесном хозяйстве [Текст]: Учеб. пособие для студентов высших учеб. завед., обучающ. по спец. «Лесное хозяйство», «Лесоинженерное дело», «Садово-парковое строительство» / В.Ф. Багинский, О.В. Лапицкая. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины. – 2010. – 374 с.

11 **Wada, K.C.** Genetic effects of Red Lettuce Leafgenes on red coloration in leaf lettuce under artificial lighting conditions [Text] / K.C. Wada, N. Inagak., H. Sakai, H. Yamashita, Y. Nakai, Z. Fujimoto, J. Yonemaru, H. Itoh // Plant-Environ. Interact. – 2022. № 3. – P. 179–192. – <https://doi.org/10.1002/pei3.10089>.

12 **Ishiguri, F.** Inheritance of wood properties and their radial variations in full-sib families of 36-year-old Japanese larch (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.) [Text] / F. Ishiguri, Y. Takashima, Y. Hiraoka, T. Iki, H. Miyashita, M. Matsushita, J. Ohshima, S. Yokota // Annals of Forest Science. – 2023. – 80:1. – <https://doi.org/10.1186/s13595-022-01168-2>.

13 **Данченко, А.М.** Оценка роста полусибсового потомства сосны кедровой сибирской в открытом грунте и теплице [Текст] / А.М. Данченко, С.А. Кабанова // Хвойные бореальной зоны. – 2007. – Т. 24. – № 2-3. – С. 174-178.

14 **Рогозин, М.В.** Общая комбинационная способность *Pinus sylvestris* L. на семенных участках [Текст] / М.В. Рогозин // Сибирский лесной журнал. – 2014. – № 2. – С. 53-61.

15 **Rweyongeza, D.M.** A new approach to prediction of the age-age correlation for use in tree breeding [Text] / D.M. Rweyongeza // Annals of Forest Science. – 2016. – 73. – P. 1099–1111. – <https://doi.org/10.1007/s13595-016-0570-5>.

16 Hanaoka, S. Estimation of optimal timing of early selection based on time trends of genetic parameters in *Abies sachalinensis* [Text] / S. Hanaoka, K. Kato // *Silvae Genetica*. – 2022. – vol. 71:1. – P. 31-38. – <https://doi.org/10.2478/sg-2022-0004>.

17 Zhelev, P. Diameter growth and survival of local half-sib families of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Yundola, Bulgaria [Text] / P. Zhelev, I. Evtimov // *Genetika*. – 2017. – vol. 49(3). P. 819–829. – <https://doi.org/10.2298/GENSR1703819Z>.

18 Рогозин, М.В. Ранговый закон Е.Л. Маслакова и ранняя диагностика роста деревьев [Текст] / М.В. Рогозин // *Хвойные бореальной зоны*. – 2015. – Т. 33. – № 3-4. – С. 148-152.

19 Приказ Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 27 августа 2013 года № 258-Ө: «Об утверждении Правил выявления, создания и эксплуатации объектов селекционно-семеноводческого назначения». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1300008751> / (дата обращения: 19.02.2023).

20 Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 12 июля 2011 года № 14-1/392: «Об утверждении возраста рубки леса на территории государственного лесного фонда». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1100007101> / (дата обращения: 20.03.2023).

REFERENCES:

1 In Brief to The State of the World's Forests 2022. Forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies. Rome, FAO, 2022. <https://doi.org/10.4060/cb9363en>.

2 Chugunkova A.V., Pyzhev A.I., Pyzheva Yu.I. Vliyaniye global'nogo izmeneniya klimata na e'konomiku lesnogo i sel'skogo hozyajstva: riski i vozmozhnosti [The impact of global climate change on the economics of forestry and agriculture: risks and opportunities]. *Aktual'ny'e problemy' e'konomiki i prava*, 2018, vol. 12, no.3, pp. 523-537. (In Russian).

3 H. Jactel, J. Koricheva, B. Castagneyrol. Responses of forest insect pests to climate change: not so simple. *Current Opinion in Insect Science* 35, 2019, pp. 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2019.07.010>.

4 Konceptsiya po sohraneniyu i ustojchivomu ispol'zovaniyu biologicheskogo raznoobraziya Respubliki Kazahstan do 2030 goda [Concept of conservation and sustainable use of biological diversity in the Republic of Kazakhstan until 2030]. Astana, 2015, 75 p. (In Russian).

5 Spravka o sostoyanii i dinamike lesnogo fonda Respubliki Kazahstan po sostoyaniyu na 01.01.2021 g. [Information on the state and dynamics of the forest resources of the Republic of Kazakhstan as of 01.01.2021]. Almaty, Respublikanskoe gosudarstvennoe kazennoe predpriyatие «Kazahskoe lesoustroitel'noe predpriyatие», 2021, 78 p. (In Russian).

6 Krekova Ya.A., Chebotko N.K. Istoriya i razvitie lesnoj selekcii v Kazahstane [History and development of forest selection in Kazakhstan]. *Povy'shenie e'ffektivnosti lesnogo kompleksa: materialy' pyatoy Vserossijskoj nacionalnoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodny'm uchastiem*. Petrozavodsk, PGU, 2019 a, pp. 54-56. (In Russian).

7 Chebotko N.K., Stikhareva T.N., Kirillov V.Yu. Vklad sotrudnikov KazNIILHA v selekciiyu i sohranenie genofonda drevesny'h rastenij (kratkij istoricheskij obzor) [Contribution of Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry employees to the selection and conservation of the gene pool of woody plants (brief historical survey)]. *Sibirskij lesnoj zhurnal*, 2020, no.4, pp. 55-67. <https://doi.org/10.15372/SJFS20200407>. (In Russian).

8 Vidyakin A.I. E'ffektivnost' plyusovoj selekcii drevesny'h rastenij [Efficiency of plus selection of woody plants]. *Hvojny'e boreal'noj zony'*, 2010, vol. 27, no.1-2, pp. 18-24. (In Russian).

9 Mamayev S.A. Formy' vnutrividovoj izmenchivosti drevesny'h rastenij [Forms of intraspecies variability of woody plants]. Moscow, Nauka, 1972, 284 p. (In Russian).

10 Baginskiy V.F., Lapitskaya O.V. Biometriya v lesnom hozyajstve [Forest biometrics]. Uchebnoe posobie dlya studentov vy'sshih uchebny'h zavedenij, obuchayushihhsya po special'nosti «Lesnoe hozyajstvo», «Lesoinzhenernoe delo», «Sadovo-parkovoe stroitel'stvo». Gomel, GGU im. F. Skoriny, 2010, 374 p. (In Russian).

11 K.C. Wada, N. Inagak., H. Sakai et al. Genetic effects of Red Lettuce Leafgenes on red coloration in leaf lettuce under artificial lighting conditions. *Plant-Environ. Interact*, 2022, no.3, pp. 179–192. <https://doi.org/10.1002/pei3.10089>.

12 Y. Takahashi, F. Ishiguri, Y. Takashima et al. Inheritance of wood properties and their radial variations in full-sib families of 36-year-old Japanese larch (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.). *Annals of Forest Science*, 2023, 80:1. <https://doi.org/10.1186/s13595-022-01168-2>.

13 Danchenko A.M., Kabanova S.A. Ocenka rosta polusibsovogo potomstva sosny' kedrovoj sibirskoj v otkry'tom grunte i teplice [Assessment of the growth of half-sib offspring of Siberian pine under open ground and greenhouse conditions]. *Hvojny'e boreal'noj zony'*, 2007, vol. 24, no.2-3, pp. 174-178. (In Russian).

14 Rogozin M.V. Obshhaya kombinacionnaya sposobnost' Pinus sylvestris L. na semenny'h uchastkah [General combining ability of Pinus sylvestris L. in seed plots]. *Sibirskij lesnoj zhurnal*, 2014, no.2, pp. 53-61. (In Russian).

15 Rweyongeza D.M. A new approach to prediction of the age-age correlation for use in tree breeding. *Annals of Forest Science*, 2016, vol.73, pp. 1099–1111. <https://doi.org/10.1007/s13595-016-0570-5>.

16 Hanaoka S., K. Kato. Estimation of optimal timing of early selection based on time trends of genetic parameters in *Abies sachalinensis*. *Silvae Genetica*, 2022, vol.71:1, pp. 31-38. <https://doi.org/10.2478/sg-2022-0004>.

17 P. Zhelev, I. Evtimov. Diameter, growth and survival of local half-sib families of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Yundola, Bulgaria. *Genetika*, 2017, vol. 49(3), pp. 819–829. <https://doi.org/10.2298/GENSR1703819Z>. (In Russian).

18 Rogozin M.V. Rangovy'j zakon Ye.L. Maslakova i rannaya diagnostika rosta derev'yev [Ye.L. Maslakov's rank law and early diagnosis of tree growth]. *Hvojny'e boreal'noj zony'*, 2015, vol. 33, no.3-4, pp. 148-152. (In Russian).

19 Prikaz Ministra ohrany' okruzhayushhej sredey' Respubliki Kazahstan ot 27 avgusta 2013 goda № 258-O «Ob utverzhdenii Pravil vy'yavleniya, sozdaniya i e'kspluatatsii ob"ektov selekcionno-semenovodcheskogo naznacheniya» [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 the identification, creation and management of selection and seed production facilities"]. Available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1300008751> (accessed 19 February 2023). (In Russian).

20 Prikaz Ministra sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan ot 12 iyulya 2011 goda № 14-1/392: «Ob utverzhdenii vozrasta rubki lesa na territorii gosudarstvennogo lesnogo fonda» [Order of the Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated July 12, 2011 No. 14-1/392: "On approval of the forest felling age on the territory of the state forest fund"]. Available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1100007101> (accessed 20 March 2023). (In Russian).

Сведения об авторах:

Крекова Яна Алексеевна – PhD, заведующая отделом селекции, Казахский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана, Казахстан, 021704, г. Щучинск, ул. Кирова, 58, тел. 87029191930, e-mail: yana24.ru@mail.ru.

Чеботько Надежда Константиновна* – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Казахский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана, Казахстан, 021704, г. Щучинск, ул. Кирова, 58, тел. 87759492158, e-mail: chebotkon@mail.ru.

Крекова Яна Алексеевна – PhD, селекция бөлімінің меңгерушісі, Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан Республикасы, 021704, Щучье қ., Киров көшесі, тел. 87029191930, e-mail: yana24.ru@mail.ru.

Чеботько Надежда Константиновна* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, жетекші ғылыми қызметкер, Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан Республикасы, 021704, Щучье қ., Киров көшесі, тел. 87759492158, e-mail: chebotkon@mail.ru.

Krekova Yana Alekseyevna – PhD, Head of the Breeding Department, A.N.Bukeikhan Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, Republic of Kazakhstan, 021704 Shchuchinsk, 58 Kirov Str., tel.: 87029191930, e-mail:yana24.ru@mail.ru.

Chebotko Nadezhda Konstantinovna* – Candidate of Agricultural Sciences, Leading researcher, A.N.Bukeikhan Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, Republic of Kazakhstan, 021704 Shchuchinsk, 58 Kirov Str., tel.: 87759492158, e-mail: chebotkon@mail.ru.

МРНТИ 68.47.15

ОӘЖ 630.232.22

https://doi.org/10.52269/22266070_2023_4_85

АҚМОЛА ОБЛЫСЫНДА КӨГАЛДАНДЫРУҒА ЕНГІЗУ ҮШІН ПЕРСПЕКТИВАЛЫ БҰТАЛЫ ӨСІМДІКТЕРДІҢ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚҚА ТӨЗІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Сарсекова Д.Н. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ Ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.