

МРНТИ 34.35.17; 34.35.51

<https://doi.org/10.26577/EJE87220268>

Р.Қ. Анатолий¹ , М.С. Курманбаева^{1*} , Т.Е. Дарбаева² ,
Б.С. Альжанова² , Д.Э. Карабалаева¹ , С.Н. Бохорова² 

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

²Западно-Казахстанский университет имени М. Утемисова, Уральск, Казахстан

*e-mail: Meruyert.Kurmanbayeva@kaznu.edu.kz

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА МОРФОЛОГИЧЕСКУЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСИНЫ (*POPULUS TREMULA* L.) В ПОЙМЕННЫХ И БАЙРАЧНЫХ ЛЕСАХ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В данной работе проведена оценка влияния экологических факторов на морфологическую и морфометрическую изменчивость *Populus tremula* L. в пойменных и байрачных лесах Западно-Казахстанской области. Исследование базируется на сопоставлении трёх популяций осины, различающихся по гидрологическим параметрам, почвенному составу и степени антропогенной нагрузки. Целью исследования являлось выявление адаптивных морфологических изменений, возникающих у осины под воздействием природно-климатических и техногенных факторов среды.

Методы исследования включали полевые измерения высоты деревьев, диаметра ствола (ДВН), параметров кроны с использованием высотомера Suunto PM-5/1250 и лесомерной рулетки. Морфология листьев оценивалась на основе анализа 20–30 типичных листовых пластинок с каждого модельного дерева, измеренных штангенциркулем с точностью 0,1 мм. Изучались форма листовой пластинки, окраска, толщина, длина черешка, строение побегов и состояние коры. Дополнительно использовались сравнительные данные по гербарным образцам 1927–2015 гг., что позволило оценить долгосрочные изменения признаков. Таксационные материалы лесхозов были проанализированы для выявления возраста насаждений, запаса древесины и их динамики.

Результаты исследования показали, что популяция, произрастающая в условиях байрачных лесов, характеризуется стабильностью морфологических признаков, соответствующих типичной морфологии *P. tremula*. Во второй и третьей популяциях, расположенных в зоне влияния Карачаганакского нефтегазового комплекса и нефтепровода «Карачаганак – Атырау», выявлены морфологические отклонения: изменение формы и окраски листьев, утолщение листовой пластинки, деформация побегов, признаки патогенного поражения. Установлено, что степень выраженности морфологической изменчивости прямо связана с интенсивностью антропогенного воздействия. Полученные результаты подтверждают высокую индикаторную ценность *Populus tremula* L. для мониторинга состояния лесных экосистем региона.

Ключевые слова: *Populus tremula* L., морфометрические признаки, эколого-ценотические условия, адаптивные реакции растений, гербарные исследования, таксационные показатели, лесные экосистемы Западного Казахстана.

R.K. Anatoliy¹, M.S. Kurmanbayeva^{1*}, T.E. Darbayeva²,
B.S. Alzhanova², D.E. Karabalayeva¹, S.N. Bokhorova²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Makhambet Utemisov West Kazakhstan University, Uralsk, Kazakhstan

*e-mail: Meruyert.Kurmanbayeva@kaznu.edu.kz

Influence of environmental factors on the morphological variability of aspen (*Populus tremula* L.) in floodplain and ravine forests of the West Kazakhstan region

This study evaluates the influence of environmental factors on the morphological and morphometric variability of *Populus tremula* L. in the floodplain ravine forests of the West Kazakhstan region. The research compares three natural aspen populations that differ in hydrological regimes, soil characteristics, levels of anthropogenic pressure. The main objective was to identify adaptive morphological changes occurring under the combined effects of natural-climatic technogenic environmental factors.

Field methods included measuring tree height, stem diameter at breast height (DBH), and crown parameters using a Suunto PM-5/1250 hypsometer and a forestry measuring tape. Leaf morphology was assessed using 20 – 30 representative leaf blades per tree, measured with a caliper (0.1 mm accuracy). Examined traits included shape, color, thickness of the leaf blade, petiole length, shoot structure, and bark condition. Herbarium specimens collected between 1927 and 2015 were analyzed to identify long-term morphological variation. Forest inventory data were used to determine age structure, stand volume, and stand dynamics.

The results showed that the population growing in ravine forest conditions maintains stable morphological characteristics typical of *P. tremula*, indicating favorable ecological conditions. In contrast, the second and third populations – located near the Karachaganak oil and gas condensate complex and the “Karachaganak – Atyrau” pipeline – demonstrated distinct morphological deviations. These included changes in leaf shape and color, increased leaf blade thickness, deformation of young shoots, and signs of pathogen-induced damage. Such deviations were found to correlate with increasing levels of anthropogenic impact.

Overall, the study confirms that *Populus tremula* L. exhibits high sensitivity to environmental gradients and serves as a reliable bioindicator for assessing the ecological condition of forest ecosystems in Western Kazakhstan.

Keywords: *Populus tremula* L., morphometric traits, ecological – cenotic conditions, adaptive plant responses, herbarium studies, forest inventory indicators, forest ecosystems of West Kazakhstan.

Р.Қ. Анатолий¹, М.С. Курманбаева^{1*}, Т.Е. Дарбаева²,
Б.С. Альжанова², Д.Э. Карабалаева¹, С.Н. Бохорова²

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

²М. Өтемісұлы атындағы Батыс Қазақстан университеті, Орал, Қазақстан

*e-mail: Meruyert.Kurmanbayeva@kaznu.edu.kz

Батыс Қазақстан облысының жайылма және байрақты ормандарында өсетін көктеректің (*Populus tremula* L.) морфологиялық өзгерістігіне экологиялық факторлардың әсерін бағалау

Зерттеу жұмысында Батыс Қазақстан облысының жайылма және байрақты ормандарында өсетін *Populus tremula* L. морфологиялық және морфометриялық өзгерістігіне экологиялық факторлардың ықпалы бағаланды. Зерттеу гидрологиялық жағдайлары, топырақ құрамы және антропогендік жүктеме деңгейі бойынша ерекшеленетін көктеректің үш популяциясын салыстыруға негізделді. Зерттеудің мақсаты – табиғи-климаттық және техногендік факторлардың әсерінен осинада пайда болатын адаптивті морфологиялық өзгерістерді анықтау.

Зерттеу әдістеріне ағаштың биіктігін, діңінің диаметрін (DBH), бөрікбасының параметрлерін Suunto PM-5/1250 биіктік және ұзындық өлшегіш көмегімен анықтау кірді. Жапырақ морфологиясы әр модельдік ағаштан жиналған 20 – 30 жапырақ пластинкасын 0,1 мм дәлдікпен штангенциркуль арқылы өлшеу негізінде бағаланды. Зерттелген белгілерге жапырақ тақтасының пішіні, түсі, қалыңдығы, сағағының ұзындығы, жас бұтақтарының құрылымы және сыртқы қабық жағдайы енді. Сонымен қатар 1927 – 2015 жж. жиналған гербарий материалдары талданып, морфологиялық белгілердің ұзақ мерзімді өзгерістері анықталды. Орман шаруашылықтарының таксациялық материалдары екпелердің жасы, жалпы қоры және оның динамикасын анықтау үшін пайдаланылды.

Зерттеу нәтижелері байрақты орман жағдайында өсетін популяцияның *P. tremula* түріне тән тұрақты морфологиялық белгілерді сақтайтынын көрсетті. Қарашығанақ мұнай-газ конденсат кешені мен «Қарашығанақ – Атырау» құбыры аймағында орналасқан екінші және үшінші популяцияларда жапырақ пішіні мен түсінің өзгеруі, жапырақ тақтасының қалыңдауы, бұтақ деформациясы және патогендік зақымдану белгілері мен морфологиялық өзгерістер байқалды. Алынған нәтижелер *Populus tremula* L. түрінің аймақтағы орман экожүйелерінің экологиялық жағдайын мониторингілеуде жоғары индикаторлық маңызын дәлелдейді.

Түйін сөздер: *Populus tremula* L., морфометриялық белгілер, эколого-ценотикалық жағдайлар, өсімдіктердің адаптивті реакциялары, гербарий зерттеулері, таксациялық көрсеткіштер, Батыс Қазақстан орман экожүйелері.

Введение

Populus tremula L. относится к семейству ивовых (*Salicaceae* Lindl.), роду тополь (*Populus* L.), подроду Leuce. Название «осина» известно с древности, однако в научной лесохозяйственной литературе XX века данный вид нередко обозначали как «тополь дрожащий» или «обыкновенная осина» (Myking et al., 2011).

Ареал *Populus tremula* охватывает значительную часть Северного полушария, включая Европу и Азию. Северная граница распространения достигает 70° северной широты, южная простирается до 23° северной широты. На территории Западно – Казахстанской области осина встречается преимущественно в поймах реки Урал и байрачных лесах, где она обычно произрастает как древесная порода II класса, однако при благоприятных экологических условиях может формировать насаждения, соответствующие I классу бонитета (Worrell, 1995).

В молодом возрасте, а также в верхней части ствола на протяжении всей жизни, кора осины остаётся сравнительно гладкой и блестящей. Её окраска варьирует от светло-зелёной до серебристой. У старых деревьев нижняя часть ствола покрывается тёмно-серой, продольно растрескавшейся корой (Ingvarsson & Bernhardsson, 2020).

По данным современных исследований, в периоды отсутствия листьев кора осины принимает активное участие в фотосинтезе и играет важную роль в поддержании углеродного баланса растения.

В лесных насаждениях крона молодых деревьев осины имеет конусообразную форму, тогда как у взрослых особей она приобретает яйцевидную или округлую конфигурацию. Крона отличается высокой густотой и формируется из массивных скелетных ветвей, несущих как удлинённые, так и укороченные побеги (Ma et al., 2010). Молодые ветви характеризуются повышенной хрупкостью и легко повреждаются под воздействием ветра или обледенения в зимний период. Обломы ветвей создают открытые участки древесины, которые быстро поражаются грибковыми патогенами (Pakull et al., 2011).

У осины на ранних этапах развития стержневой корень отличается интенсивным ростом, однако спустя определённое время его удлинение прекращается, и ведущую роль в формировании корневой системы начинают играть боковые корни (Pakull et al., 2009). Они образуют мощную разветвлённую систему, развиваясь в двух

направлениях: часть корней проникает в глубокие слои почвы, тогда как другая часть располагается в верхнем горизонте, распространяясь вокруг ствола на расстояние до 20 – 35 м.

При спиливании материнского дерева или повреждении главного корня из боковых корней диаметром 0,5 – 2 см формируются новые вегетативные отпрыски, которые обеспечивают активное возобновление осины (Suvanto & Latvakarjanmaa, 2005).

Осина зацветает ранней весной, в апреле, ещё до распускания листовых почек. Цветки собраны в поникающие серёжки, сформированные из многочисленных мелких цветков, развивающихся из цветочных почек. Прицветник листа анатомически представлены в виде щитков с резко зазубренными краями и густым опушением. Большое количество таких прицветников придаёт серёжкам разнообразие форм, что обуславливает заметные различия во внешнем виде соцветий у различных форм осины (Бускин & Жигунов, 2021).

Женский цветок осины имеет бокаловидный, слегка темноватый околоцветник; внутри располагается светло-зелёная голая завязь с коротким столбиком и двумя пурпурными рыльцами. В мужских цветках в околоцветнике находятся от 4 до 20 тычинок с двухгнездовыми пурпурными пыльниками, которые при полном созревании приобретают характерную яркую окраску. После выброса пыльцы мужские серёжки быстро опадают (de Chantal & Granstrom, 2007).

У осины цветочные почки формируются преимущественно на однолетних побегах предыдущего года. Они отличаются большей толщиной по сравнению с листовыми почками весеннего периода и достигают примерно 13 мм в длину и до 6 мм в толщину. По морфологии цветочные почки обычно имеют яйцевидную форму, реже – почти шаровидную, с слегка округлой верхушкой (Di Orio et al., 2005). Покровные чешуи окрашены в коричневые или красновато-коричневые тона и обладают характерным блеском.

Цветочные почки женских особей осины, как правило, меньших размеров, более тонкие и имеют более заострённую верхушку. У мужских деревьев, напротив, почки крупнее, массивнее и более округлые, что позволяет надёжно различать их по морфологическим признакам (Gustafsson & Eriksson, 1995).

У осины наблюдается анемофильный тип опыления. Пыльца отличается желтоватым или

молочно – белым оттенком, а пыльцевые зёрна имеют гладкую поверхность и округлую форму. Плод представляет собой одногнездную многосемянную коробочку с двумя створками. Согласно данным местных фенологических наблюдений, созревание плодов обычно происходит в конце мая – начале июня (Hooper et al., 2012).

Иногда плоды подвергаются партенокарпическим изменениям, вследствие чего коробочки не содержат семян, а формируют лишь пух, который легко разносится по воздуху. Семена осины очень мелкие, грушевидной формы их окраска варьирует от желтовато-белой до зеленовато-серой и иногда до красновато-коричневой (Nikula et al., 2010).

Материалы и методы

Высота деревьев определялась с использованием оптического высотомера Suunto PM-5/1250, позволяющего быстро и с высокой точностью измерять вертикальные параметры древостоя в полевых условиях. Перед началом каждого полевого выхода прибор проходил калибровку в соответствии с инструкцией производителя. Для каждого модельного дерева выбиралась точка наблюдения на расстоянии 15 или 20 м (в зависимости от рельефа местности), соответствующая градуировочным шкалам высотомера. Дистанция до дерева дополнительно уточнялась рулеткой либо лазерным дальномером.

Измерение диаметра ствола на высоте груди (ДВН, 1,3 м) проводилось с использованием лесомерной рулетки с точностью до 0,1 см. Для повышения точности выполнялись два взаимно перпендикулярных замера, на основании которых вычислялось среднее значение диаметра.

Параметры листовых пластинок фиксировались на основании 20–30 типичных листьев с каждого модельного дерева. Листья собирались из средней части кроны. Измерение длины и ширины проводилось штангенциркулем или миллиметровой линейкой с точностью 0,1 мм.

Площадь листовой пластинки определялась по формуле эллипса: $S = \frac{\pi \cdot L \cdot W}{4}$, где L – длина листа, W – ширина [15]. Для расчёта объёма кроны (V_k) использовалась формула: $V_k = 0,6380 \pi (D_k/2)^{2L_k}$, где D_k – ширина кроны, L_k – её полная протяжённость (Siitonen et al., 1994).

Для деревьев различного возраста и классов развития применялись уточнённые таблицы видовых чисел, повышающие точность оценки объёма кроны.

При работе с морфологическими признаками использовались гербарные материалы из эталонных фондов научно-учебных учреждений. В исследование были включены коллекции естественно-географического факультета кафедры биологии и экологии Западно – Казахстанского университета имени Махамбета Утемисова, а также гербарные образцы Института ботаники и фитоинтродукции и Мангышлакского экспериментального ботанического сада. Эти фонды обеспечили возможность корректного определения систематического положения собранных образцов, проведения сравнительного анализа морфологических признаков и уточнения диагностических характеристик исследуемых популяций *Populus tremula* L.

Результаты и их обсуждение

Учитывая что в лесотипологическом отношении колочные осинники степей Западного Казахстана изучены недостаточно, нами были проведены исследования лесков на участке от реки Волга до Мугоджарских гор. Как отмечали ранее С.А.Никитин (1955, 1957) и В.В.Иванов (1956, 1960), А.З.Петренко (1971) (Van Bogaert et al., 2010) в зависимости от условий местообитания лесная растительность Северного Прикаспия представлена следующими группами формаций: колки песчаных массивов и понижений лиманного типа, байрачные леса, пойменные леса (Robinson et al., 2012). Характерной особенностью лесорастительных условий этих формаций является приуроченность их к местообитаниям, получающими дополнительное увлажнение речными, дождевыми, талыми водами, или к местам с близкими грунтовыми водами.

В последние годы литературные источники содержат крайне ограниченное количество сведений о распространении осины на территории Западно-Казахстанской области, и имеющиеся данные отличаются фрагментарностью и недостаточной доказательностью. В связи с этим для уточнения современного состояния ареала *Populus tremula* был проведён сравнительный анализ таксационных материалов и сведений о распространении вида за последние три года, предоставленных Комитетом по природным ресурсам Западно-Казахстанской области. Полученные официальные данные позволили сопоставить масштабы и динамику распространения осины с результатами полевых наблюдений и гербарных исследований, что существенно по-

высило достоверность выводов по данному региону (Дарбаева et al., 2020).

Таксационный учёт *Populus tremula* L. распространённой в долине реки Урал показывает Бурлинском лесхозе (по состоянию на 2024 г.) отсутствуют молодые осинники (I – II класс). Основная часть площади (26 из 28 га, или 93%) приходится на средневозрастные (16 га) и спелые насаждения (10 га) возрастом около 42 лет. Запас древесины в этих группах составляет 2,4 и 1,8 тыс. м³ соответственно. Средний ежегодный прирост по участку крайне мал (0,1 тыс. м³), что соответствует поздним стадиям роста и перенасыщенности насаждений. Стоит отметить, что по данным 2022–2024 гг. ежегодный прирост оставался неизменным (0,1 тыс.м³). Преобладающие группы средневозрастные и спелые (93% площади, запас 4,2 тыс. м³). Объемы высокий запас на гектар (171 м³/га), характерный для старых насаждений. Прирости низкий (0,1 тыс.м³), соответствующий поздним стадиям роста после максимума прироста. Хозяйственное значение: перспективными для рубки являются спелые и приспевающие группы, так как в них накоплен основной запас древесины, хотя прирост уже замедлен молодняки отсутствуют, что указывает на отсутствие естественной регенерации.

Январцевский лесхоз (на 2024 г.) характеризуется значительной долей приспевающих насаждений (83 га, 51% площади) и средневозрастных (46 га, 28%). Молодняки отсутствуют. Средний возраст деревьев здесь примерно 26 лет. Запас древесины в приспевающих составляет 3,2 тыс. м³ (в среднем 39 м³/га), в средней группе – лишь 0,3 тыс. м³ (6,5 м³/га), что указывает на молодость древостоев. Приспевающие осинники находятся в стадии активного прироста древесины, что обеспечивает средний ежегодный прирост участка 0,2 тыс.м³. Преобладающие группы: приспевающие (51% площади, запас 3,2 тыс.м³) и средневозрастные (28%). Объемы запаса невысокие (39 м³/га в приспевающих), поскольку лес еще растет.

Участок Уральский лесхоз (2024 г.) выделяется преобладанием молодых осинников (822 га, 72% площади). Средневозрастные и приспевающие занимают соответственно 17 и 6% площади, спелые – лишь 4%. Средний возраст древостоев около 9 лет, т.е. лес находится в начальных фазах роста, когда прирост по диаметру наибольший. Это обеспечивает очень большой суммарный прирост (2,4 тыс.м³), хотя запас на гектар невелик

(32 м³/га). Преобладающие группы: молодняки (72% площади, запас 20,0 тыс. м³). Объемы запаса наибольший общий (36,2 тыс. м³), но средняя плотность леса низка (молодняки – 24,3 м³/га, средневозрастные – 47,9 м³/га). Прирост максимальный суммарный 2,4 тыс. м³, обусловленный массовостью молодняков на стадии интенсивного роста. Хозяйственное значение: молодняки представляют резерв будущих урожаев; текущие заготовки ограничены (спелых осинников мало). При планировании рубок следует акцентировать внимание на средневозрастных и приспевающих насаждениях (их суммарный запас 14,1 тыс.м³) и переводить их в эксплуатацию по мере достижения зрелости

Сравнение трех участков выявляет разную возрастную структуру и связанные с ней запасы и приросты. Бурлинский лесхоз представлен в основном зрелыми насаждениями (средневозрастные + спелые) с высоким запасом и минимальным приростом. Январцевский лесхоз имеет повышенную долю приспевающих древостоев с умеренным запасом и приростом. Уральск характеризуется массовым молодняком и наибольшим общим запасом, но низкой средней плотностью леса.

Наиболее перспективными для хозяйственного использования являются древостои, близкие к зрелости: средневозрастные и приспевающие группы. В этих группах деревья характеризуются активным ростом по диаметру и значительным накоплением древесного запаса. Спелые древостои достигают максимального годичного прироста и подходят к рубке в ближайшее время. Молодняки же важны как резерв будущей лесосеки, но в текущий период они дают мало древесного прироста.

Полевые стационарные исследования проводились на территории Западного Казахстана, в пределах Бурлинского лесного хозяйства, а также в байрачных лесах и притерассовой пойме долины реки Урал. Основным объектом исследования являлся вид *Populus tremula* L.

Учитывая, что основными объектами исследования являлись пойменные леса, расположенные вдоль реки Урал, отбор ключевых популяций *Populus tremula* был целенаправленно осуществлён именно в пределах данной территории (табл. 1). Такое пространственное ограничение позволило обеспечить экологическую сопоставимость выборок и повысить корректность анализа морфологической изменчивости вида.

Таблица 1

Место сбора полевого материала

Название популяция	Географические координаты	Количество листьев, шт.	Тип леса
Теректинский район, заказник «Дубрава», Чаганский лесхоз, квартал № 4, байрачный лес	N 51° 21' 23.8" E 51° 56' 51.2"	300	Осинник – разнотравного кустарник (1 популяция) Рисунок 1.
г.Уральск, село Меловые Горки, притеррасная пойма	N 51° 6' 37.5" E 51° 24' 28.3"	200	Осинник – шиповникового – рудеральный (2 популяция) Рисунок 2.
Бурлинский район, с.Жарсуат, Бурлинский лесхоз	N 51° 29' 44.6" E 53° 09' 74.1"	250	Осинник- кирказоново - костровый (3 популяция) Рисунок 2.

Исследуемые популяции осины (*Populus tremula* L.) приурочены к различным типам пойменных и притеррасных лесных экосистем, различающихся по гидрологическим условиям, почвенному составу, режиму затопления и уровню антропогенной нагрузки. Флористическое разнообразие трёх популяций демонстрирует отчетливое дифференцирование ярусной структуры, степень участия древесных, кустарниковых и травянистых видов, а также выраженные эколого – ценотические особенности (Дарбаева et al., 2021).

Для первой популяции характерно формирование осинников разнотравно-кустарникового типа, представленных древесными породами *Populus tremula* L., *Populus nigra* L. и *Acer negundo* L. Кустарниковый ярус образован *Cerasus fruticosa* Woron., *Prunus spinosa* L., *Crataegus sanguinea* Pull. и *Amygdalus nana* L. Травянистый покров включает поликарпические виды мезофитного и ксеромезофитного спектра (*Inula salicina* L., *Achillea ptarmica* L., *Plantago major* L., *Trifolium pratense* L. и др.).

Вторая популяция, расположенная на притеррасной пойме, характеризуется доминированием *Populus tremula* L. и *Populus alba* L. В кустарниковом ярусе преобладают *Spiraea crenata* L., *Lonicera tatarica* L., *Prunus spinosa* L., *Rosa canina* L. Травостой отличается высокой сомкнутостью вследствие доминирования ежевики сизой, которая закрывает до 70 % поверхности почвы, а также наличием гигрофильных и синантропных видов (*Epilobium hirsutum* L., *Matricaria discoidea* DC., *Arctium lappa* L. и др.).

Третья популяция представляет осинники кирказоново – кострового типа, распространённые в долинах реки Урал. Древостой представлен высокорослыми осинами (до 24 м) и сопутствующими видами *Populus nigra* L. и *Salix alba* L. Полукустарниковый ярус включает *Aristolochia clematidis* L., *Melilotus albus* Medik.,

Sanguisorba officinalis L., *Artemisia absinthium* L., а травянистый покров отличается значительным биоразнообразием (*Lathyrus pratensis* L., *Galium verum* L., *Carex diluta*, *Convolvulus arvensis*, *Tanacetum vulgare* и др.).

Растительность исследуемых территорий отражает влияние гидрологических условий поймы, рельефа, почв и антропогенных факторов. Популяция осинника ксерофитного типа растительность представлена разнотравно – кустарниковыми осинниками, формирующими устойчивую трёхъярусную структуру. Достаточное увлажнение и короткий период затопления обеспечивают благоприятные условия для роста. Осина сохраняет типичные морфологические признаки, что свидетельствует о стабильности экосистемы.

Популяция притеррасной поймы степного типа растительность здесь испытывает влияние более континентального климата и антропогенной нагрузки. Высокая сомкнутость травостоя обусловлена зарастанием ежевикой сизой и появлением видов-пионеров, что указывает на процессы синантропизации. Древостой разреженный, кустарниковый ярус хорошо выражен.

Популяция осинников кирказоново – кострового типа отличается высокой вертикальной структурой и участием крупных древесных видов. Обилие *Aristolochia clematidis* L. и *Melilotus albus* Medik. указывает на специфический режим увлажнения и богатые аллювиальные почвы. Наличие широкого спектра травянистых видов свидетельствует о высокой продуктивности и устойчивости экосистемы.

В ходе полевых исследований были собраны морфологические данные по трём популяциям, и установлено, что внешний облик вида, а также выраженность его вегетативных и генеративных признаков демонстрируют существенные различия, обусловленные спецификой условий местобитания (табл. 2).

Рисунок 1

Форма молодых побегов и листьев *Populus tremula* L. в первой популяции

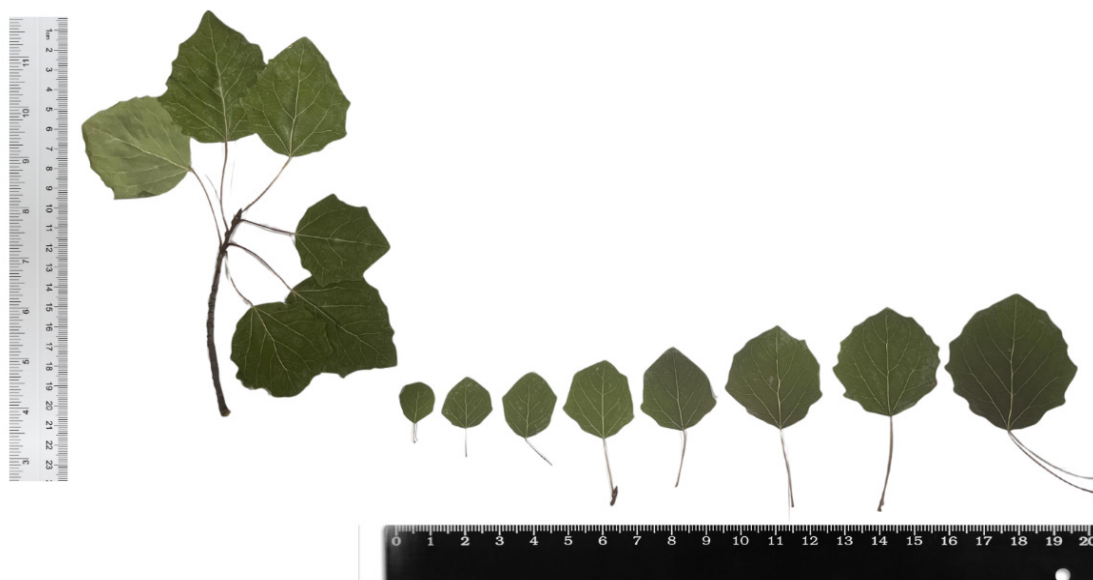


Рисунок 2

Форма молодых побегов и листьев *Populus tremula* L. во 2-й и 3-й популяциях

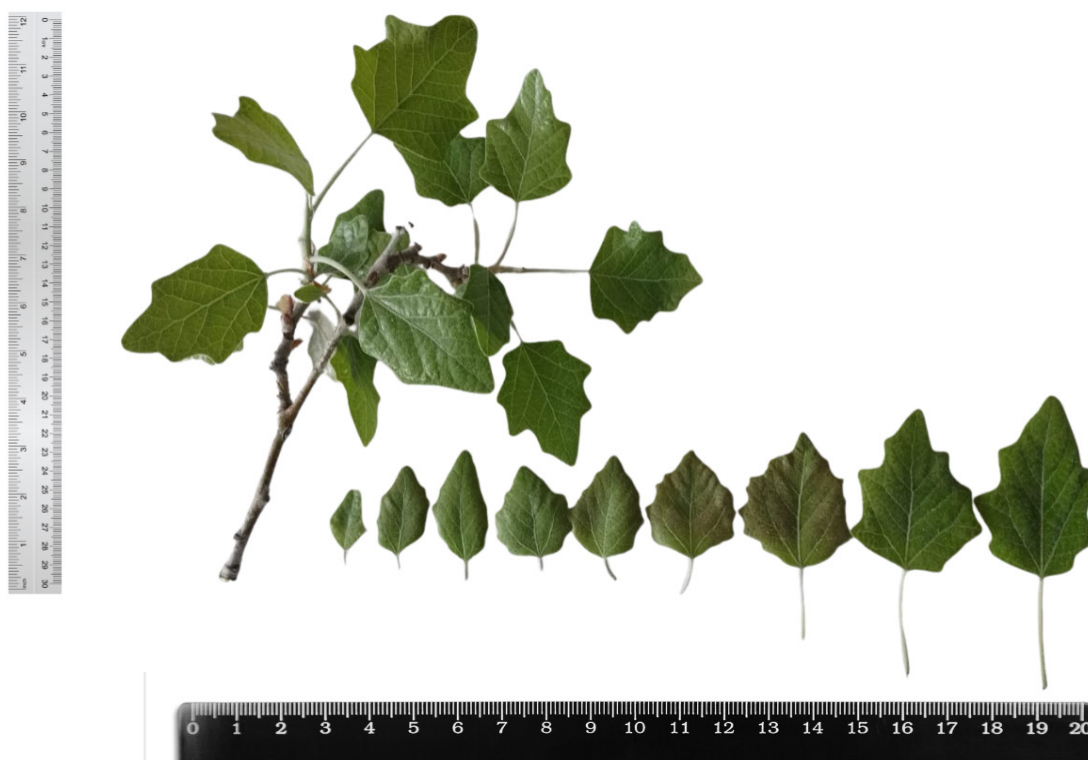


Таблица 2

Особенности морфологических признаков *Populus tremula* L. по трём популяциям

1 популяция	2 популяция	3 популяция
А 		
Б 		
В 		
Г 		
Д 		

Продолжение таблицы



Д

Примечание: А – почки; Б – крупные листья; В – мелкие листья; Г – молодые побеги; Д – цветковые серёжки (мужские и женские); Ж – наружная кора ствола.

В рамках полевых исследований весной и летом 2025 года были собраны листья осины (*Populus tremula* L.) из средней и нижней частей кроны модельных деревьев. Для каждого образца определялись длина, размеры и окраска листовой пластинки. С целью комплексной оценки морфологической изменчивости дополнительно проводилось сравнительное изучение почек, мо-

лодых побегов, особенностей окраски наружной коры, а также плодоносных соцветий и серёжек в период активной вегетации. Данные параметры рассматривались как диагностические признаки, позволяющие выявить межпопуляционные различия и оценить влияние экологических факторов на морфологическую структуру растения (табл. 3).

Таблица 3

Сравнение морфологические признаки *Populus tremula* L.

1 популяция	2 популяция	3 популяция
Окраска листьев		
верхняя сторона листа: светло или средне-зелёная, матовая, равномерно окрашенная	тёмно-зелёная, насыщенная, блестящая. Жилкование хорошо различимо, светлее основной поверхности	верхняя сторона листа- тёмно -зелёная, местами слегка светлее по краям. Нижняя сторона листа – серовато-зелёная
Форма листовой пластинки		
округло-яйцевидная, реже – почти округлая	яйцевидная – широкояйцевидная	округлая – широкояйцевидная
Край листа		
верхушка листа – коротко -заострённая	мелко – зубчатый	мелко-зубчатый, волнистый, неровный
Строение жилок		
центральная жилка выраженная, светло -зелёная или желтоватая боковые жилки отходят под углом 45 – 60°	симметрично расположенными боковыми жилками, отходящими под углом 45–60°	перистое, с мощной центральной жилкой, боковые жилки отходят под равномерным углом 45–70°, мелкие жилки образуют характерную сетчатую структуру
Черешок		
длинные, тонкие, светло-розовые или красноватые	тонкий, светлый, иногда слегка изогнутый	длинные, тонкие, светло-серые

Кора		
светло-серой или серебристо-белой окраской, гладкой, тонкой, эластичной поверхностью, многочисленными мелкими чечевичками	светло-серой, серебристой окраской, гладкой, ровной поверхностью без выраженных трещин	белёная, гладкая, ровная, без трещин, усеяна мелкими буроватыми чечевичками, расположенными рядами
Варьирование количественных признаков в <i>Populus tremula</i> L.		
Высота дерева, м		
Min – 3 Max – 10	Min – 6 Max – 13	Min – 7 Max – 15
Диаметр ствола, см		
Min – 20 Max – 101	Min – 106 Max – 285	Min – 20 Max – 112
Протяженность кроны, м		
3 – 4	4 – 7(8)	6 – 8 (9)
Диаметр кроны, м (коэффициенты моделей для d_k)		
$m_1 - 0,150$ $m_2 - 0,064$ $m_3 - (-0,002)$	$m_1 - 0,086$ $m_2 - (-0,016)$ $m_3 - 0,004$	$m_1 - 1,560$ $m_2 - 0,465$ $m_3 - (-0,007)$
Лист		
Длина черешка, мм		
Min – 0,5 Max – 5,5	Min – 0,7 Max – 5	Min – 0,5 Max – 4
Длина листовой пластинки, мм		
Min – 2,6 Max – 6	Min – 3,3 Max – 7	Min – 3,5 Max – 6

Варьирование морфометрических признаков *Populus tremula* L. характеризуется высокой выраженностью, особенно по таким показателям, как высота дерева, диаметр ствола и параметры кроны. Во второй и третьей популяциях деревья имеют значительно большие размеры, что, вероятно, обусловлено их возрастной структурой либо более благоприятными экологическими условиями произрастания. В отличие от древесных характеристик, листовые признаки демонстрируют существенно меньшую амплитуду изменчивости, что соответствует типичному уровню внутривидовой вариации для данного вида. Анализ коэффициентов моделей, описывающих диаметр кроны, свидетельствует о различиях во влиянии факторов роста между изученными группами деревьев. В целом прослеживается устойчивая тенденция увеличения размеров дерева и его

структурных элементов от первой выборки к третьей, что отражает последовательный градиент условий среды или возрастной дифференциации особей.

Вторым этапом нашего исследования стало обобщение и систематизация гербарных материалов (табл. 4). В ходе изучения гербариев было собрано 66 различных гербарных образцов, собранных на территории Западного Казахстана. По распространению осины было просмотрено 63 гербарных образца из электронной базы гербария ЗКУ имени М. Утемисова. Первая находка была зафиксирована 11 сентября 1949 года на юго-востоке от посёлка Петрова (осиновая роща в песках). Большинство гербарных образцов, собранных из смежных районов Северного Прикаспия, датируются 1957 годом – тогда из барханов и лесов Бузулукского района было собрано 23 образца.

Таблица 4

Сводные гербарные коллекции *Populus tremula* L., собранные на территории Казахстана

№	Местонахождение	Гербарий	Год	Кто собрал
1	Уральская губ., Джамбейтинский у. Кара-Агач. Пневая поросль в низине (молодой лес).	АА	06.08.1927	Рожевиц Р. Ю., Жежель Н. Г.
2	На юго-востока от поселка Петрова (осиновый колки в песках)	PPIU	11.09.1949	
3	Осиновая роща восточный склон г.Ичка. почва каштановая	PPIU	27.05.1947	Чеснокова
4	Саболевский дубр.колки	PPIU	14.05.1950	Халбаров
5	В 5 км от поселка Петрова	PPIU	4.07.1950	Курминова Х.
6	Искусственной посадки на берегу Рубёжки	PPIU	6.06.1951	
7	В 20 км левого восточного Соболева	PPIU	20.05.1956	Жумагалиев
8	Бузулукский район	PPIU	16.06.1957	Убайметов
9	Бузулукский район	PPIU	16.06.1957	Мухамбеткалиева
10	Бузуловский бор (лес)	PPIU	16.06.1957	Жумказиев
11	Бузуловский бор	PPIU	16.06.1957	Кабдрахметов
12	Бузуловский бор заповедное лесничество в пойме ручья	PPIU	16.06.1957	Асанова
13	Бузуловский бор заповедное лесничество.Поляна	PPIU	13.06.1957	Кочешкова
14	Бузуловский бор заповедное лесничество.Поляна	PPIU	13.06.1957	Шингиров А.
15	Бузуловский бор заповедное лесничество.На поляне Миалов	PPIU	13.06.1957	Капагалиев
16	Бузуловский бор заповедное лесничество (опушка)	PPIU	15.06.1957	Будушева
17	Бузулукский район	PPIU	16.06.1957	Убайметов
18	Бузулукский район	PPIU	16.06.1957	Мухамбеткалиева
19	Бузуловский бор (лес)	PPIU	16.06.1957	Жумказиев
20	Бузуловский бор	PPIU	16.06.1957	Кабдрахметов
22	Бузуловский бор заповедное лесничество в пойме ручья	PPIU	16.06.1957	Асанова
23	Бузуловский бор заповедное лесничество.Поляна	PPIU	13.06.1957	Кочешкова
24	Бузуловский бор заповедное лесничество.Поляна	PPIU	13.06.1957	Шингиров А.
25	Бузуловский бор заповедное лесничество.На поляне Миалов	PPIU	13.06.1957	Капагалиев
26	Бузуловский бор заповедное лесничество (опушка)	PPIU	15.06.1957	Будушева
27	Бузуловский бор (лес)	PPIU	16.04.1957	Гайсин
28	Бузуловский бор	PPIU	16.06.1957	Беляева
29	Осиновые колки х-р Петров	PPIU	9.06.1957	Трифонов
30	Бузуловский бор	PPIU	16.06.1957	Семенова К.
31	Бузуловский бор.Заповедное лесничество кв. 135	PPIU	15.06.1957	Кузембаев
32	Оренбургский область, Соболев дубрава	PPIU	21.05.1958	Самарцева О.
33	Соболевская дубрава (Авдиев лес,левый берег Грязкухи)	PPIU	2.06.1958	Самарцева О.
34	Верховья р. Чингирлау (левый приток Урала в среднем течении), Межбугровые понижения в песках.	АА	09.08.1959	Шапалова Д. К.
35	Урочище Куагач ЗКО (барханы)	PPIU	17.09.1962	Асекеуов
36	Саболевский дубр. лес	PPIU	12.06.1964	Алиова
37	Осиновый лес у пос. Петрово	PPIU	10.07.1964	Суюнгараева
38	В 3 км сев. посе. Амангелды (Березово- осинное лес)	PPIU	23.05.1965	Шермановой Г.
39	В 3 км сев. посе. Амангелды (Березово- осинное лес)	PPIU	10.06.1965	Жусупкалиев
40	В 3 км сев. посе. Амангелды (Березово- осинное лес)	PPIU	10.07.1965	Касимова Д.
41	В 3 км сев. посе. Амангелды (Березово- осинное лес)	PPIU	24.05.1965	Бержанова

Продолжение таблицы

№	Местонахождение	Гербарий	Год	Кто собрал
42	Поселка Фрунзе (лес)	PPIU	14.06.1967	Цой
43	Сегызсай у Лебедевки (лес)	PPIU	5.06.1967	Искакова Б.
44	Сегызсай у Лебедевки (лес)	PPIU	5.06.1967	Ибрагимова
45	Сегызсай у Лебедевки (лес)	PPIU	10.06.1967	Сидыкова
46	Соболевские дубравы	PPIU	14.06.1967	Кускаева
47	Соболевская дубрава	PPIU	16.06.1967	Ибрагимова
48	3 км к востоку от пос. Первомайского (Березово – осиновый лес)	PPIU	26.04.1968	Жумагулова
49	Уральский область, Ханская роща (пойма реки Урал)	PPIU	3.09.1971	Омришдо
50	3 км ю.в. поселка Красноармейский	PPIU	23.06.1977	Тимралиева, Джексенова, Джунусова
51	Агробиостанция (балка)	PPIU	30.08.1982	Калиева, Сисекенова
52	Агробиостанция пойма р.Урал	PPIU	30.07.1982	Сейлжанова, Борзикова
53	Агробиостанция	PPIU	24.06.1984	Сундетова, Кутжанова
54	Агробиостанция (байрачный лес)	PPIU	1.08.1984	Игорова
55	Агробиостанция (овраг)	PPIU	2.07.1985	Тяпухина
56	Агробиостанция (луг, степь)	PPIU	22.07.1985	Абилова, Сапарова
57	Воровская балка урочища Амангельды (Дубняк ландышевый ассоциация)	PPIU	23.01.1986	Лапашова В.
58	Петровский пески (лес)	PPIU	21.07.1986	Яковлева
59	Агробиостанция (лес)	PPIU	21.04.1986	Вергинова
60	Воровская балка	PPIU	21.07.1986	Горбунова
61	Роща на Горького	PPIU	19.07.1986	Куатова З.
62	Каратюбе район, Аккум (р.Калдыгайте)	PPIU	03.06.1987	
63	Бузулукский район	PPIU	16.06.1987	Усагалиева
64	Агробиостанция (кирказон осиновая)	PPIU	28.06.1988	Сейтказиева
65	Меловые горы.Бурлинский район.	PPIU	2.07.1999	Рыскалиева Б. Сдикова Г.
66	Меловые горы.Бурлинский район.	PPIU	18.07.2000	Бекешева А.
67	гора Большая Ичка. Таскалинский район. 51° 12' 206» 50° 15' 289»	MANG	09.08.2015	Imanbayeva A, Belozyerov I, Gassanova G, Duisenova N, Bekesov K

Акроним гербария: (AA) – Гербарный фонд «Института ботаники и фитоинтродукции, (PPIU) – Электронный гербарий Западно-Казахстанского университета им. М. Утемисова, (MANG) – Экспериментальный ботанический сад Мангишлак.

При изучении гербарных образцов осина преимущественно встречалась в барханных песках Аккум и Жаршагыл, а также между урочищами Сегизсай, Амангелди и Сауркин-яр.

В фондах Института ботаники и фитоинтродукции образец осины, собранный 06 августа

1927 года Р.Ю. Рожевичем и Н.Г. Жежель, был найден на восточной окраине города Уральска, в урочище Кара-Агач, где были зафиксированы молодые побеги осины. Другая находка, сделанная 09 августа 1959 года Д.К. Шаповаловой, относится к верховьям реки Чингирлау (левый

приток Урала в среднем течении), где осина была обнаружена в понижениях между буграми на песках.

9 августа 2015 года команда А.А.Иманбаевой из Мангышлакского экспериментального ботанического сада обнаружила осиную рощу на южной части платообразного возвышения Общего Сырта.

В результате обобщения и всестороннего анализа гербарного материала установлено, что у экземпляров осины, собранных в северной части ареала, форма листьев, размеры листовой пластинки и окраска черешков сохраняют стабильность. В то же время у растений, произрастающих в южной части, на территориях Агробиостанции и Меловые горки, отмечаются существенные изменения указанных морфологических признаков, что наиболее ясно выражено во 2-й и 3-й популяциях.

На основании совокупности полученных и проанализированных доказательных материалов установлено, что на осину первой популяции воздействуют преимущественно благоприятные экологические факторы. Условия байрачных лесов обеспечивают сохранение типичных для *Populus tremula* морфологических характеристик, включая форму листьев, особенности побегообразования, сроки цветения, а также внешний облик и окраску коры, что свидетельствует о стабильности биоэкологического статуса данной популяции.

Во второй и третьей популяциях зафиксированы выраженные отклонения морфометрических и морфологических признаков: изменение длины ствола и его диаметра, трансформация формы и окраски листовой пластинки, а также наличие грибковых инфекций и патогенных поражений верхушечных побегов.

Сравнительный анализ условий существования трёх популяций показывает, что все они расположены в пределах территорий с напряжённой экологической обстановкой, относящихся к зоне деятельности международного консорциума *Karachaganak Petroleum Operating B.V.* (КПО), осуществляющего разработку одного из крупнейших мировых нефтегазоконденсатных месторождений Карачаганак в Западном Казахстане.

Установлено, что благоприятное состояние первой популяции обусловлено оптимальными гидрологическими и почвенными параметрами: достаточным уровнем грунтовых вод, удовлетворительным содержанием питательных

веществ в почве, а также размещением участка на высоте около 22 метров над уровнем поймы. В отличие от неё, во второй и третьей популяциях прохождение нефтепровода «Карачаганак – Атырау» (142,9 км), а также регулярное поступление химических соединений и изменение концентрации органических веществ в почвенном горизонте оказывают значимое антропогенное давление.

Данные воздействия проявляются в утолщении листовой пластинки, модификации её окраски и существенном изменении морфологической структуры, что указывает на формирование неблагоприятной экологической ситуации и развитие адаптивно-стрессовых реакций у растений осины.

Заключение

Проведённый анализ морфологической и морфометрической изменчивости *Populus tremula* L. в различных лесорастительных условиях Западно-Казахстанской области показал, что значение экологических факторов, определяющих структуру и динамику популяций, проявляется как на качественных, так и на количественных уровнях. Статистическая обработка данных по высоте деревьев, диаметру ствола, параметрам кроны и листовым признакам позволила выделить устойчивые тенденции изменчивости между тремя исследованными популяциями.

Обобщение морфометрических и статистических показателей выявило чёткую закономерность: 1 популяция характеризуется наибольшей морфологической стабильностью – оптимальное увлажнение, отсутствие техногенного стресса, устойчивость морфологических признаков. 2 популяция имеет признаки срединного адаптивного стресса: увеличенные параметры ствола, резкое изменение формы листьев, высокая сомкнутость травостоя, влияние антропогенных факторов (нефтепровод, изменение почвенной структуры). 3 популяция демонстрирует максимальные морфометрические параметры и выраженные морфологические трансформации: утолщение листовой пластинки, изменение окраски, значительное участие ксерофитных и рудеральных видов.

Таким образом, статистический анализ подтверждает, что морфометрическая изменчивость осины возрастает от первой к третьей популяции, что отражает возрастающее экологическое

напряжение местообитаний. Благоприятные условия первой популяции обеспечивают минимальную вариабельность признаков и сохранение типичного облика *Populus tremula* L.

Во второй и третьей популяциях статистически значимая изменчивость морфометрических признаков, отклонения в форме и окраске листьев, изменения параметров кроны и ствола, а также появление фитопатологических признаков свидетельствуют о воздействии техногенных факторов, особенно связанных с деятельностью нефтегазовой инфраструктуры региона.

Качественные и количественные параметры указывают на формирование адаптивно-стрессовых реакций, сопровождающихся морфологической перестройкой растений. В природе у *Populus tremula* L. наблюдались стрессовые реакции на морфологическом и биоэкологическом уровнях в популяциях. Утолщение листовой пластинки и изменения в структуре листьев, наблюдаемые в процессе вегетации, связаны с нарушением водного обмена и усилением за-

щитных механизмов растений, в то время как деформация новообразованных побегов и появление фитопатологических симптомов указывают на снижение устойчивости древесных организмов к внешнему стрессу.

Вклад авторов

Анатолий Райымбек Қайратұлы: Концептуализация, Исследование, Методология, Написание – проверка и редактирование.

Курманбаева Меруерт Сакеновна: Научное руководство, Валидация, Курирование данных.

Дарбаева Талшен Есеномановна: Написание – первоначальный вариант, Формальный анализ.

Альжанова Багдагул Сактагановна: Формальный анализ.

Карабалаева Дина Эзимхановна: Программное обеспечение, Визуализация.

Бохорова Светлана Николаевна: Формальный анализ.

Литература

- Myking, T., Böhler, F., Austrheim, G., & Solberg, E. J. (2011). Life history strategies of aspen (*Populus tremula* L.) and browsing effects: a literature review. *Forestry*, 84(1), 61-71.
- Worrell, R. (1995). European aspen (*Populus tremula* L.): a review with particular reference to Scotland I. Distribution, ecology and genetic variation. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 68(2), 93-105.
- Ingvarsson, P.K. and Bernhardsson, C. (2020). Genome-wide signatures of environmental adaptation in European aspen (*Populus tremula*) under current and future climate conditions. *Evolutionary Applications*, 13(1): 132-142.
- Ma, X.F., Hall, D., Onge, K.R.S., Jansson, S., and Ingvarsson, P.K. (2010). Genetic differentiation, clinal variation and phenotypic associations with growth cessation across the *Populus tremula* photoperiodic pathway. *Genetics*, 186(3): 1033-1044.
- Pakull, B., Groppe, K., Mecucci, F., Gaudet, M., Sabatti, M., and Fladung, M. (2011). Genetic mapping of linkage group XIX and identification of sex-linked SSR markers in a *Populus tremula* × *Populus tremuloides* cross. *Canadian Journal of Forest Research*, 41(2): 245-253.
- Pakull, B., Groppe, K., Meyer, M., Markussen, T., and Fladung, M. (2009). Genetic linkage mapping in aspen (*Populus tremula* L. and *Populus tremuloides* Michx.). *Tree Genetics & Genomes*, 5: 505-515.
- Suvanto, L. I., & LATVA-KARJANMAA, T. B. (2005). Clone identification and clonal structure of the European aspen (*Populus tremula*). *Molecular Ecology*, 14(9), 2851-2860.
- Бускин, Е. К., & Жигунов, А. В. (2021). Контроль осеннего старения листьев осины европейской (*Populus tremula* L.). In *Леса России: политика, промышленность, наука, образование* (pp. 85-87).
- de Chantal, M., Granstrom, A., (2007). Aggregations of dead wood after wildfire act as browsing refugia for seedlings of *Populus tremula* and *Salix caprea*. *For. Ecol. Manage.* 250, 3-8.
- Di Orio, A.P., Callas, R., Schaefer, R.J., (2005). Forty-eight year decline and fragmentation of aspen (*Populus tremuloides*) in the South Warner Mountains of California. *For. Ecol. Manage.* 206, 307-313.
- Gustafsson, L., Eriksson, I., (1995). Factors of importance for the epiphytic vegetation of aspen *Populus tremula* with special emphasis on bark chemistry and soil chemistry. *J. Appl. Ecol.* 32.
- Hooper, D.U., Adair, E.C., Cardinale, B.J., Byrnes, J.E., Hungate, B.A., Matulich, K.L., Gonzalez, A., Duffy, J.E., Gamfeldt, L., O'Connor, M.I., (2012). A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. *Nature* 486, 105. <https://doi.org/10.1038/nature11118>.
- Nikula, S., Vapaavuori, E., Manninen, S., (2010). Urbanization-related changes in European aspen (*Populus tremula* L.): leaf traits and litter decomposition. *Environ. Pollut.* 158 (6), 2132-2142.
- Siitonen, J., Martikainen, P., (1994). Occurrence of rare and threatened insects living on decaying *Populus tremula*: a comparison between Finnish and Russian Karelia. *Scand.J. For. Res.* 9, 185-219. <https://doi.org/10.1080/02827589409382830>.
- Van Bogaert, R., Jonasson, C., De Dapper, M., Callaghan, T.V., (2010). Range expansion of thermophilic aspen (*Populus tremula* L.) in the Swedish Subarctic. *Arct. Antarct. Alp. Res.* 42, 362-375.

Robinson, K.M., Ingvarsson, P.K., Jansson, S., Albrechtsen, B.R., (2012). Genetic variation in functional traits influences arthropod community composition in aspen (*Populus tremula* L.). PLoS ONE 7, e37679.

Дарбаева, Т. Е., Альжанова, Б. С., & Темешов, Е. И. (2020). Флористический анализ пойменных лугов среднего течения реки Урал. *Научные вестник*, (4), 211-220.

Дарбаева, Т. Е., Альжанова, Б. С., Рамазанова, Н. Е., Сарсенова, А. Н., & Бохорова, С. Н. (2021). Ценолитическое и видовое разнообразие пойменных лесов реки урал в пределах Западно-Казахстанской Области. *Стени Северной Евразии: материалы IX международного симпозиума*, 9, 237-242

Сведения об авторах:

Анатолий Райымбек Қайратұлы – магистр педагогических наук, PhD, докторант кафедры ботаники и агроэкологии Казахского национального университета имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: anatoliy_raiymbek@live.kaznu.kz).

Курманбаева Меруерт Сакеновна (автор-корреспондент) – доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники и агроэкологии Казахского национального университета имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: kurmanbayevakz@gmail.com).

Дарбаева Талиен Есенмановна – доктор биологических наук, профессор факультета естествознания и географии Западно-Казахстанского университета имени М. Утемисова (Уральск, Казахстан, e-mail: dtalshen@mail.ru).

Альжанова Багдагул Сактагановна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Западно-Казахстанского университета имени М. Утемисова (Уральск, Казахстан, e-mail: aljanB@mail.ru).

Карабалаева Дина Эзимхановна – магистр технических и технологических наук, старший преподаватель кафедры ботаники и агроэкологии Казахского национального университета имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: dina.20.1996@mail.ru).

Бохорова Светлана Николаевна – магистр экологии, старший преподаватель естественно-географического факультета Западно-Казахстанского университета имени М. Утемисова (Уральск, Казахстан, e-mail: b_sveta_n@mail.ru).

Information about the authors:

Anatoliy Raiymbek – Master of Pedagogical Sciences, PhD student of the Department of Botany and Agroecology, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: anatoliy_raiymbek@live.kaznu.kz).

Kurmanbayeva Meruyert (corresponding author) – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Botany and Agroecology, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: kurmanbayevakz@gmail.com).

Darbayaeva Talshen – Doctor of Biological Sciences, Professor at the Faculty of Natural Geography, Makhambet Utemisov West Kazakhstan University (Uralsk, Kazakhstan, email: dtalshen@mail.ru).

Alzhanova Bagdagul – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at Makhambet Utemisov West Kazakhstan University (Uralsk, Kazakhstan, e-mail: aljanB@mail.ru).

Karabayeva Dina – Master of Engineering and Technology, Senior Lecturer at the Department of Botany and Agroecology, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: dina.20.1996@mail.ru).

Bohorova Svetlana – Master of Ecology and a senior lecturer at the Faculty of Natural and Geography at Makhambet Utemisov West Kazakhstan University (Uralsk, Kazakhstan, e-mail: b_sveta_n@mail.ru).

Авторлар туралы мәлімет:

Анатолий Райымбек Қайратұлы – педагогика ғылымдарының магистрі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, ботаника және агроэкология кафедрасының PhD докторанты (Алматы, Қазақстан, e-mail: anatoliy_raiymbek@live.kaznu.kz).

Курманбаева Меруерт Сакеновна (корреспонденттік автор) – биология ғылымдарының докторы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, ботаника және агроэкология кафедрасының профессоры (Алматы, Қазақстан, e-mail: kurmanbayevakz@gmail.com).

Дарбаева Талиен Есенмановна – биология ғылымдарының докторы, М.Өтемисов атындағы Батыс Қазақстан университеті, жаратылыстану – география факультетінің профессоры (Орал, Қазақстан, e-mail: dtalshen@mail.ru).

Альжанова Багдагул Сактагановна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, М. Өтемисов атындағы Батыс Қазақстан университеті, жаратылыстану – география факультетінің доценті (Орал, Қазақстан, e-mail: aljanB@mail.ru).

Карабалаева Дина Эзимхановна – техника және технология ғылымдарының магистрі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, ботаника және агроэкология кафедрасының аға оқытушысы (Алматы, Қазақстан, e-mail: dina.20.1996@mail.ru).

Бохорова Светлана Николаевна – экология магистрі, М.Өтемисов атындағы Батыс Қазақстан университетінің жаратылыстану – география факультетінің аға оқытушысы (Орал, Қазақстан, e-mail: b_sveta_n@mail.ru).

Поступила: 12 декабря 2025 года

Принята: 28 июня 2026 года