

Б.А. Туралин^{1*}, А.Н. Куприянов², Н.В. Курбатова³, З.А. Инелова³, М.С. Курманбаева³,
К.Т. Абидкулова³, А.А. Базаргалиева¹, Г.Б. Адманова¹, А.Ж. Чилдибаева³

¹Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан;

²«Кузбасский ботанический сад» Института экологии человека Федерального исследовательского центра
угля и углехимии Сибирского отделения РАН, Кемерово, Россия;

³Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*Автор для корреспонденции: bauke_1982@mail.ru

Особенности формирования корневой системы *Crambe tataria* Sebeók в Западном Казахстане

Морфология корневых систем имеют исключительно важное значение для научно обоснованной стратегии сохранения редких и исчезающих растений. Изучена морфология корневой системы *Crambe tataria* Sebeók, редкого и исчезающего растения, внесенного в Красную книгу Казахстана, произрастающего на меловых сопках Подуральского плато в долине реки Уил. Корневые системы изучались по методу И.О. Байтулина отдельно для каждого возрастного состояния. На первых стадиях своего развития происходит опережающее развитие корневой системы. В иматурном состоянии формируется длинный стержневой маловетвистый корень, достигающий 40 см глубины. В виргинильном состоянии корни достигают глубины 100–150 см, имеют диаметр в основании розетки 2–2,5 (3) см. Согласно классификации корневых систем, у взрослых особей корневая система омброфитная, она не достигает уровня грунтовых вод. По глубине проникновения в грунт — средняя (до 4 м.). Распространение боковых корней пониклое или полупониклое — корни направлены вниз под углом 45°. Густота ветвления боковых корней (отношение количества боковых корней первого порядка к длине основного корня (шт/см) редко (0,1–0,5 шт/см) или слабое 0,2–1,0 шт/см) по этому показателю корневая система относится к редко- и слабоветвящейся.

Ключевые слова: *Crambe tataria* Sebeók, Красная книга Казахстана, Подуральское Плато, корневая система, возрастные состояния.

Введение

Корень является важнейшим вегетативным органом, имеющим сложное строение морфоструктурной единицей, выполняющей различные функции и осуществляющей динамическую связь с окружающей средой [1]. Глубоко проникая в почву, пронизывая ее в разных направлениях густой сетью тонких разветвлений, корни непрерывно снабжают надземные части водой и элементами минерального питания. Они вступают в сложнейшие взаимоотношения, не только с абиотическими элементами почвы, но и с соседними видами растений, почвенными организмами, водорослями, грибами и животными. Весьма сложны и многообразны взаимодействия корневой системы с надземными органами растений. Степень развития, характер распространения корневой системы обуславливают уровень минерального питания и водоснабжения растений, а также их устойчивость к воздействию неблагоприятных условий окружающей среды. С корневой системой тесно связано естественное и искусственное вегетативное размножение растений.

Знание закономерностей и формирования морфологической структуры корневой системы, роста и развития, распространения и глубины проникновения каждого типа корней в почву на отдельных этапах онтогенеза в конкретных условиях их произрастания, выяснение характера воздействия различных факторов на развитие корней и связанных с этим коррелятивных изменений в росте и развитии надземных органов имеют исключительно важное значение, как для эффективной агротехники, так и научно обоснованной стратегии сохранения редких и исчезающих растений.

В Казахстане наиболее ведущей научной школой является школа И.О. Байтулина и А.А. Аметова [2–8].

Crambe tataria Sebeók — южноевропейско-древнесредиземноморский вид [9]. Приурочен, главным образом, к степной зоне России, предгорьям Кавказа (Предкавказье) и южной части Крымского полуострова [10, 11]. На территории Казахстана *C. tataria* встречается на меловых обнажениях его западной части [12, 13]. Основными местообитаниями *C. tataria* являются меловые склоны гор

(рис. 1) [14–18]. На протяжении всего ареала *C. tataria* встречается редко, его местообитания часто разрушаются, а само растение нуждается в повсеместной охране [19, 20].



Рисунок 1. *Crambe tataria* на склоне меловых сопок

C. tataria имеет несколько характерных особенностей биологии, связанных с нетипичными местообитаниями. Ценопопуляции *C. tataria* неразрывно связаны с меловыми выходами, поэтому весь облик отражает экологические особенности вида.

Распространение, возрастные состояния, биологические особенности *C. tataria* ранее были хорошо изучены [21–23]. Изучением морфологии корневых систем у близких видов рода *Crambe* занимались неоднократно [24–26], однако вопросам формирования корневых систем *C. tataria* уделялось недостаточное внимание. Установление основных признаков корневой системы позволяет составить полное представление о биологических свойствах растения, особенно это важно для стенотопных растений, обитающих в специфических экологических и почвенных условиях.

Целью наших исследований являлось изучение формирования корневой системы *C. tataria* на территории Западного Казахстана.

Материалы и методы исследований

Особенности морфологии корневых систем *C. tataria* изучали на Подуральском плато в долине реки Уил в 2019–2020 гг. Подуральское плато представляет собой пологоувалистую высокую равнину с ясно выраженным эрозионным рельефом с абсолютными высотами 250–400 м. Характерной особенностью Подуральского плато является сложное и достаточно глубокое его расчленение речными долинами. С востока на запад высоты падают от 400 до 100 м над уровнем моря (рис. 2). Вдоль широких междуречий, разделяющих бассейны наиболее крупных рек, на протяжении 400 км с севера на юг располагаются меловые возвышенности междуречья бассейна р. Кара-Хобда (приток Илека), текущей на северо-запад, и р. Уил, текущей на юго-запад, а также между реками Уил и Сагиз представляют собой возвышенности с краями, сильно изрезанными притоками этих рек. В бассейнах указанных выше рек выделяются платообразные возвышенности Акшатау — 244 м, Теректыгау — 245 м, Каратау — 271 м. Популяции *C. tataria* приурочены к глинисто-карбонатным породам юрского возраста и выходам чистого мела [17,18]. Исследования по изучению корневых систем проводились в естественных популяциях на территории Актюбинской области: Хобдинский р-н, 20 км западнее с. Акраб, 220 м над ур. м., 50°51836' с.ш., 54°93359' в.д.; Уилский р-н, 40 км от с. Уил, сопки Акшатау, 160 м над ур. м., 49°93420' с.ш., 54°51433' в.д.



Рисунок 2. Типичные местообитания *C. tataria* на меловых сопках

В пределах исследуемого района на поверхность выходят глинисто-карбонатные породы мощностью до 300 м. В литологическом отношении они представлены известковыми глинами и мергелями с прослойками писчего мела, в некоторых случаях преобладает чистый мел. Кроме того, некоторые популяции *C. tataria* приурочены к обнажениям крутых склонов с выходами на поверхность плотных слоев коренной толщи и мела [27].

Почвообразующими породами в южных опустыненных степях на светло-каштановых почвах являются суглинистые и меловые отложения. На мелах формируются светло-каштановые, малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы, вскипающие с поверхности.

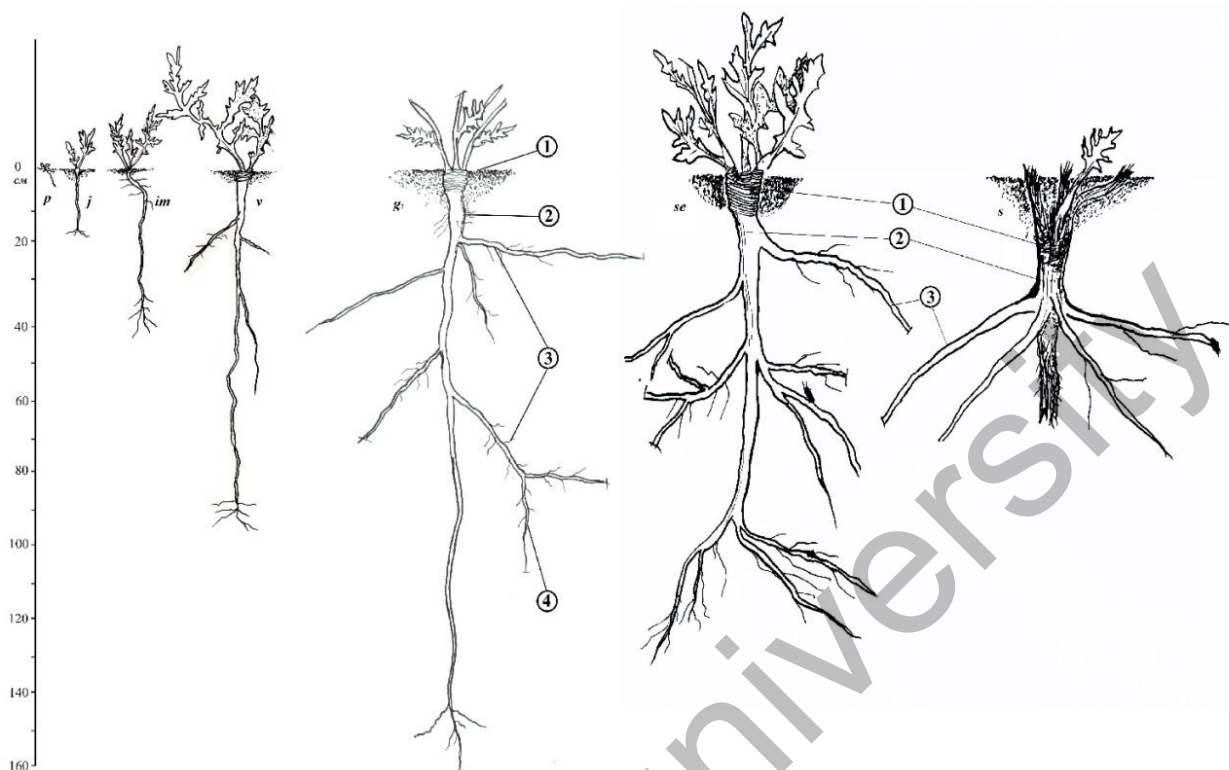
На выходах меловых обнажений Подуральского плато формируются солянковидно-попынные (*Artemisia salsoloides* Willd.) сообщества, проективное покрытие составляет не более 30 %. На верхних частях меловых склонов покрытие уменьшается до 10–15 %. Наиболее распространенными видами являются *Agropyron cristatum* (L.) Beauv., *Alyssum tortuosum* Waldst. et Kit. ex Willd., *Anthemis trozkiana* Claus ex Bunge, *Astragalus albicans* Bohg., *A. testiculatus* Pall., *Centaurea kasakorum* Pjin, *Echinops meyeri* (DC.) Pjin, *Ephedra lomatolepis* L., *Glycyrrhiza korshinskyi* Grig., *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst., *Rindera tetraspis* Pall., *Taraxacum turgaicum* Schischk., *Verbascum phoeniceum* L., *Zygophyllum pinnatum* Cham. Для ценофлоры *C. tataria* характерны подушковидные и стелющиеся формы растений: *Anabasis cretacea* Pall., *A. truncata* (Schrenk) Bunge, *Linaria cretacea* Fisch. Ex Spreng [10, 15].

Корневые системы изучались траншейным методом [28]. Модельные растения выбирались в соответствии с возрастными состояниями [21]. Возле модельного растения выкапывалась траншея, стенка которой проходила в 20 см от основания корня. Ширина траншеи 60–80 см, глубина и длина зависела от протяженности корневой системы. Корни препарировались, отделялись от почвы. По мере освобождения корней проводилась зарисовка скелетных корней в масштабе 1:20. Описание корневых систем проведено по стандартной методике [29]. Классификация корневых систем проводилась морфогенетическим методом И.О. Байтулина [1]. В поле зарисовывали общую схему расположения корней. После выкопки корневую систему заворачивали во влажную бумагу и помещали в полиэтиленовые пакеты. В лабораторных условиях корни раскладывали и целиком или фрагментами зарисовывали на кальке через стекло с подсветкой.

Результаты и их обсуждение

Прорастание семян происходит в апреле, стадия проростков (появление семядолей — отмирание семядолей) продолжается 2–3 недели. У молодых проростков (*p*) формируется корешок 2,5–3 см, в этой стадии происходит опережающее развитие главного корня, который ко времени отмирания се-

мядолей 12 см. Корень стержневой, маловетвистый, на нем формируются очень тонкие горизонтальные корни первого порядка 0,6–1,5 см. (рис. 3*p*).



Возрастные периоды и состояния: *p* — проростки; *j* — ювенильное состояние; *im* — имматурное состояние; *g₂* — зрелое генеративное состояние; *se* — субсенильное возрастное состояние; *s* — сенильное возрастное состояние

Рисунок 3. Формирование корневых систем *C. tataria*

В ювенильное состояние растения *C. tataria* переходят через 40–60 дней после появления всходов, образуется розетка из молодых листьев с цельной или лопастной пластинкой. Корневая система представлена главным стержневым корнем, достигающим длины 20–30 см. Корень вертикально уходит в почву, не ветвится, на нем образуются мелкие волосовидные корни первого порядка. На глубине 30 см интенсивность ветвления увеличивается (рис. 3*j*).

В имматурном состоянии (*im*) у *C. tataria* образуются довольно крупные листья 4–5 см длины от лопастных до практически перисто-раздельных (основание листочка низбегают на черешок). В основании розетки листьев образуется укороченное розеточное корневище, переходящее в длинный стержневой маловетвистый корень, достигающий 40 см глубины, диаметр у корневой шейки достигает 10 мм. Образование тонких корешков редкое, 0,1–0,5 шт/см., с глубиной интенсивность ветвления увеличивается до слабого (0,5–1,0 шт/см) (рис. 3*im*).

Виргинильное возрастное состояние (*v*) начинается с момента появления перисто-лопастных листьев с долями нисбегающими на черешок листа. Длится это возрастное состояние в неблагоприятных условиях меловых возвышенностей более десяти лет. Возраст виргинильных особей определяется количеством небольших рубцов в виде тонкого валика, образующихся на укороченном корневище. Корни 7–9-летних виргинильных особей могут достигать глубины 100 см, иногда 150 см, и иметь толщину в основании розетки 2–2,5(3) см. Главный корень стержневого типа, цилиндрический и редко ветвящийся. В этом возрастном состоянии возможно появление мощных боковых корней, имеющих полупониклое расположение, интенсивность ветвления рыхлое (1–2 шт/см), степень ветвления низкая.

Генеративный период (*g*) — это время от первого до последнего цветения. В ложинах, на северных и северо-восточных склонах переход из виргинильного в генеративное состояние происходит достаточно быстро, в 5–7-летнем возрасте. Корневая система представлена толстым цилиндрическим

стержневым маловетвящимся корнем диаметром до 7–10 см, уходящим в почву на глубину более 160 см. На главном корне образуется 3–5 боковых корня первого порядка, боковые корни третьего порядка образуются редко. Степень ветвления корней средний, интенсивность ветвления редкое.

Постгенеративный период: субсенильное состояние (*se*) начинается с частичной мацерацией корневища и образования нескольких парцел, которые образуют парциальные кусты. Образование вегетативных розеточных побегов продолжается, но уменьшается количество генеративных побегов, которые образуются не на каждом парциальном кусте. Стержневой корень начинает отмирать с глубины 5–60 см, его функцию выполняют интенсивно разрастающиеся боковые корни первого порядка. Ветвление корней остается слабым.

В сенильном состоянии (*s*) корневая система представлена отмирающим корневищем с одиночными вегетативными розетками и отмиранием главного корня. Возраст сенильного растения подсчитать сложно, поскольку происходит почти полное разрушение корневища, по экспертным оценкам, на юго-западных склонах это происходит не менее чем через 12–15 лет, в благоприятных условиях северо-восточных склонов в возрасте не менее 30 лет.

Заключение

Корневая система *C. tataria* омброфитная (не достигает уровня грунтовых вод), по глубине проникновения в грунт — средняя (1,5–4 м). Распространение боковых корней пониклое или полупониклое — корни направлены вниз под углом 45°. Густота ветвления боковых корней (отношение количества боковых корней первого порядка к длине основного корня, в шт/см) — редкая (0,1–0,5 шт/см) или слабая (0,2–1,0 шт/см). По этому показателю корни *C. tataria* относятся к редко и слабоветвящимся.

Формирование длинного слабо ветвящегося корня является видовым отличием *Cataria* от других видов. У близкого вида *C. orientalis*, корневую систему которого изучали М.Т. Балтабаев и М.А. Карлыбаева [26], в более мезофитных условиях Южного Приаралья, образование боковых корней отмечено уже в виргинильном возрастном состоянии. Длинный стержневой корень *C. tataria* позволяет извлекать необходимое количество влаги в сухих экстремальных местообитаниях. Растение максимально приспособлено для произрастания в аридных условиях северных пустынь на специфическом субстрате меловых поднятий.

Список литературы

- 1 Байтулин И.О. Основы ризологии / И.О. Байтулин. — Алматы: Гылым, 2001. — 330 с.
- 2 Байтулин И.О. Особенности развития растений на щебнистых почвах каньона р. Чарын / И.О. Байтулин, А.А. Аметов // Биологические основы использования растительного покрова Казахстана. — Алма-Ата, 1987. — С. 70–77.
- 3 Байтулин И.О. Корневая система растений лугово-серозёмных солончаковых почв Межбарханной равнины / И.О. Байтулин, А.А. Аметов // Корневая система растений пустынь Казахстана — Алма-Ата, 1973. — С. 137–141.
- 4 Байтулин И.О. Корневая система растений умеренной зон Алма-Атинской области / И.О. Байтулин, А.А. Аметов // Корневая система растений пустынь Казахстана — Алма-Ата, 1973. — С. 117–136.
- 5 Байтулин И.О. Корневая система растений естественных фитоценозов на полнопрофильных солонцах / И.О. Байтулин, Н. Мухитдинов // Изв. АН КазССР. Сер.биол. — 1969. — № 4. — С. 17–23.
- 6 Байтулин И.О. Корневая система растений в условиях гидроморфных почв Кызыл-Ординской области / И.О. Байтулин, Х. Балтаев // Корневая система растений пустынь Казахстана. — Алма-Ата, 1973. — С. 161–182.
- 7 Байтулин И.О. Глубина проникновения корней эдификаторов естественных фитоценозов пустынь Алма-Атинской области / И.О. Байтулин // Проблемы освоения пустынь. — 1972. — № 5. — С. 54, 55.
- 8 Байтулин И.О. Материалы к изучению различных типов пустынь Алма-Атинской области / И.О. Байтулин // Корневая система растений пустынь Казахстана. — Алма-Ата, 1973. — С. 3–39.
- 9 Губанов И.А. Иллюстрированный определитель растений Средней России / А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров // Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). — М.: КМК, 2003. — Т. 2. — С. 501.
- 10 Абрамова Т.И. Растительность меловых обнажений степной части бассейна р. Дона в пределах Ростовской и Волгоградской областей / Т.И. Абрамова // Бот. журн. — 1973. — Т. 58, № 4. — С. 562–570.
- 11 Иванов А.Л. Конспект флоры Российского Кавказа (сосудистые растения) / А.Л. Иванов. — Ставрополь, 2009. — 341 с.
- 12 Васильева А.Н. Катран — *Crambe L.* / А.Н. Васильева // Флора Казахстана. — Алма-Ата, 1961. — Т. 4. — С. 303–305.

- 13 Котов М.И. Катран — *Crambe L.* / М.И. Котов // Флора европейской части СССР. — Л.: Наука, 1979. — Т. 4. — С. 48–52.
- 14 Айпеисова С.А. Конспект флоры Актюбинского флористического округа / С.А. Айпеисова. — Актюбе, 2012. — 175 с.
- 15 Дарбаева Т.Е. Меловая растительность урочища Алгабас // Эколого-социальные проблемы использования природных ресурсов Западного Казахстана / Т.Е. Дарбаева — Уральск, 1990. — С. 45–47.
- 16 Дарбаева Т.Е. Анализ флоры меловых обнажений Северного Прикаспия / Т.Е. Дарбаева // Экосистемы Западного Казахстана. — Уральск, 1999. — С. 35–41.
- 17 Дарбаева Т.Е. Конспект флоры меловых возвышенностей Северо-Западного Казахстана / Т.Е. Дарбаева. — Уральск, 2002. — 107 с.
- 18 Дарбаева Т.Е. Эколого-исторические свиты флоры меловых возвышенностей Северо-Западного Казахстана / Т.Е. Дарбаева // Бот. журн. — 2003. — Т. 88, № 9. — С. 66–80.
- 19 Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. — М.: Лесная промышленность, 1984. — Т. 2. — 478 с.
- 20 Красная книга Казахстана. Растения. — Астана: Art-Print XXI, 2014. — Т. 2. Ч. 2. — 452 с.
- 21 Куприянов А.Н. Красная книга Казахстана: *Crambe tataria* Sebeók / А.Н. Куприянов, Б.А. Туралин, Н.В. Курбатова, М.С. Курманбаева, К.Т. Абидкулова, А.А. Базарғалиева // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. — 2020. — Вып. 26. — С. 28–48.
- 22 Kupriianov A.N. Features of age-related conditions of the *Crambe tataria* Sebeók in Western Kazakhstan / A.N. Kupriianov, B.A. Turalin, N.V. Kurbatova, M.S. Kurmanbaeva, K.T. Abidkulova, A.A. Bazargaliev // Eurasian Journal of Biosciences. — 2020. — Vol. 14 (1). — P. 177–182.
- 23 Туралин Б.А. Демографическая структура популяций *Crambe tataria* Sebeók Западного Казахстана / Б.А. Туралин, А.Н. Куприянов // Естественные и математические науки: научные приоритеты ученых. — Пермь, 2019. — С. 13–15.
- 24 Балтабаев М. Развитие корневой системы *Crambe amabilis* второго года вегетации / М. Балтабаев // Актуальные проблемы биологии, экологии и почвоведения. — Ташкент, 2006. — С. 12, 13.
- 25 Балтабаев М.Т. Развитие корневой системы у катрана восточного (*Crambe orientalis* L.) в условиях Южного Приаралья / М. Балтабаев // Современные проблемы структурной ботаники. — Ташкент, 2010. — С. 22, 23.
- 26 Балтабаев М.Т. Рост и развитие *Crambe orientalis* L. в условиях Южного Приаралья / М.Т. Балтабаев М.Т., М.А. Карлыбаева // Проблемы науки. — 2017. — № 17 (99). — С. 20–22.
- 27 Kupriianov A.N. The structure of the populations of *Crambe tataria* Sebeók in the Aktobe Region / A.N. Kupriianov, B.A. Turalin, N.V. Kurbatova, M.S. Kurmanbaeva, K.T. Abidkulova, A.A. Bazargaliev // Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. Bioscience Series. — 2020. — Vol. 131 (2). — P. 23–30. <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2020-131-2-23-30>
- 28 Красильников П.К. Методика полевого изучения подземных частей растений / П.К. Красильников — Л.: Наука, 1983. — 208 с.
- 29 Куприянов А.Н. Интродукция растений / А.Н. Куприянов — Кемерово, 2004. — 96 с.

Б.А. Туралин, А.Н. Куприянов, Н.В. Курбатова, З.А. Инелова, М.С. Курманбаева,
К.Т. Абидкулова, Ә.А. Базарғалиева, Г.Б. Адманова, А.Ж. Чилдибаева

Батыс Қазақстандағы *Crambe tataria* Sebeók тамыр жүйесінің қалыптасу ерекшеліктері

Тамыр жүйелерінің морфологиясы сирек кездесетін және жойылып бара жатқан өсімдіктерді сақтаудың ғылыми негізделген стратегиясы үшін өте маңызды. Ойыл өзені алқабындағы Орал маңы үстіртінің ұсақшоқысында өсетін, Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген сирек кездесетін және жойылып бара жатқан *Crambe tataria* Sebeók тамыр жүйесінің морфологиясы зерттелген. Тамыр жүйелері И.О. Байтулин әдісі бойынша әр жас жағдайы үшін бөлек зерттелді. Тамыр жүйесінің алғашқы дамуының кезеңдерінде озық даму жүреді. Иматуралық күйде ұзын кіндік тәрізді төмен тармақталған тамыр пайда болады, тереңдігі 40 см жетеді. Виргенилдік күйінде тамырлар 100–150 см тереңдікке жетеді, дегелек түбінде диаметрі 2–2, 5(3) см. Ересектердегі тамыр жүйелерінің жіктелуіне сәйкес тамыр жүйесі омброфитті, ол жер асты суларының деңгейіне жетпейді. Жерге ену тереңдігі бойынша орташа (4 м дейін). Жанама тамырларының таралуы көлбеу немесе жартылай дөңгелек — тамырлары 45° бұрышпен төмен бағытталған. Жанама тамырлардың тармақталу тығыздығы (бірінші ретті жанама тамырлар санының негізгі тамырлардың ұзындығына қатынасы (дана/см) сирек (0,1–0,5) дана/см) немесе әлсіз 0,2–1,0 дана/см) осы көрсеткіш бойынша тамыр жүйесі сирек және әлсіз тармақталуға жатады.

Кілт сөздер: *Crambe tataria* Sebeók, Қазақстанның Қызыл кітабы, Орал маңы үстірті, тамыр жүйесі, жас ерекшеліктері.

B.A. Turalin, A.N. Kupriyanov, N.V. Kurbatova, Z.A. Inelova, M.S. Kurmanbaeva,
K.T. Abidkulova, A.A. Bazargaliev, G.B. Admanova, A.Zh. Childibayeva

Features of the formation of the root system of *Crambe tataria* Sebeók in Western Kazakhstan

The morphology of root systems is paramount for a scientifically sound strategy for the conservation of rare and endangered plants. The morphology of the root system of *Crambe tataria* Sebeók, a rare and endangered plant listed in the Red Book of Kazakhstan, growing on the chalk hills of the Podural'sky Plateau in the valley of the Uilriver, was studied. Root systems were studied by the method of I.O. Baitulin separately for each age condition. At the first stages of its development, the root system develops ahead of time. In the immature state, a long rod-like low-branched root is formed, reaching 40 cm deep. In the virginal state, the roots reach a depth of 100–150 cm, have a diameter at the base of the socket 2–2.5(3) cm. According to the classification of root systems in adults, the root system is ombrophytic, it does not reach the groundwater level. The depth of penetration into the ground is average (up to 4 m). The spread of lateral roots is drooping or semi-drooping — the roots are directed downward at an angle of 45°. According to the density of branching of lateral roots (the ratio of the number of lateral roots of the first order to the length of the main root (pcs/cm) is rare (0.1–0.5 pcs/cm) or weak 0.2–1.0 pcs/cm), the root system is rare and weakly branching.

Keywords: *Crambe tataria* Sebeók, Red Book of Kazakhstan, Pre-Urals Plateau, root system, age conditions.

References

- 1 Baitulin, I.O. (2001). *Osnovy rizologii [Fundamentals of rhizology]*. Almaty: Gylm [in Russian].
- 2 Baitulin, I.O., & Ametov, A.A. (1987). Osobennosti razvitiia rastenii na shchebnistykh pochvakh kanona r. Charyn [Features of plant development on gravelly soils of the canyon of the Charyn river]. *Biologicheskie osnovy ispolzovaniia rastitelnogo pokrova Kazakhstana — Biological bases of the use of the vegetation cover of Kazakhstan*. Alma-Ata, 70–77 [in Russian].
- 3 Baitulin, I.O., & Ametov, A.A. (1973). Kornevaia sistema rastenii lugovo-serozemnykh solonchakovatykh pochv Mezhbarkhannoi ravniny [The root system of plants of meadow-gray-earth saline soils of the Interbarkhan plain]. *Kornevaia sistema rastenii pustyn Kazakhstana — Root system of plants of deserts of Kazakhstan*. Alma-Ata, 137–141 [in Russian].
- 4 Baitulin, I.O., & Ametov, A.A. (1973). Kornevaia sistema rastenii umerennoi zon Alma-Atinskoi oblasti [Root system of plants of temperate zones of Alma-Ata region]. *Kornevaia sistema rastenii pustyn Kazakhstana — Root system of plants of deserts of Kazakhstan*. Alma-Ata, 117–136 [in Russian].
- 5 Baitulin, I.O., & Mukhitdinov, N. (1969). Kornevaia sistema rastenii estestvennykh fitotsenozov na polnoprofilnykh solontsakh [The root system of plants of natural phytocenoses on full-profile salt pans]. *Izvestiia Akademii nauk Kazakhskoi SSR. Seriya Biologiia — Proceeding of Academy of Sciences of Kazakh SSR, Biology Series*, 4; 17–23 [in Russian].
- 6 Baitulin, I.O., & Baltaev, H. (1973). Kornevaia sistema rastenii v usloviiakh gidromorfnykh pochv Kzyl-Ordinskoi oblasti [The root system of plants in the conditions of hydromorphic soils of the Kyzyl-Orda region]. *Kornevaia sistema rastenii pustyn Kazakhstana — Root system of plants of deserts of Kazakhstan*. Alma-Ata, 161–182 [in Russian].
- 7 Baitulin, I.O. (1972). Glubina proniknoveniia kornei edificatorov estestvennykh fitotsenozov pustyn Alma-Atinskoi oblasti [The depth of penetration of the roots of edificators of natural phytocenoses of the deserts of the Alma-Ata region]. *Problemy osvoeniia pustyn — Problems of desert development*. Alma-Ata, 54, 55 [in Russian].
- 8 Baitulin, I.O. (1973). Materialy k izucheniiu razlichnykh tipov pustyn Alma-Atinskoi oblasti [Materials for the study of various types of deserts of the Alma-Ata region]. *Kornevaia sistema rastenii pustyn Kazakhstana — Root system of plants of deserts of Kazakhstan*. Alma-Ata, 3–39 [in Russian].
- 9 Gubanov, I.A., Kiseleva, K.V., Novikov, V.S., & Tikhomirov, V.N. (2003). Illustrirovannyi opredelitel rastenii Srednei Rossii [Illustrated determinant of plants of Central Russia]. *Pokrytiemennye (dvudolnye: razdelnolepnyye) — Angiosperms (Dicotyledonous: Polypetalae)*. Moscow: KMK, 2 (2); 501 [in Russian].
- 10 Abramova, T.I. (1973). Rastitelnost melovykh obnazhenii stepnoi chasti basseina r. Dona v predelakh Rostovskoi i Volgogradskoi oblasti [Vegetation of Cretaceous outcrops of the steppe part of the Don River basin within the Rostov and Volgograd regions]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 58 (4); 562–570 [in Russian].
- 11 Ivanov, A.L. (2009). *Konspekt flory Rossiiskogo Kavkaza (sosudistyie rasteniia) [Russian Caucasus flora synopsis (vascular plants)]*. Stavropol [in Russian].
- 12 Vasileva, A.N. (1961). Katran — *Crambe* L. [*Crambe* L.]. *Flora Kazakhstana — Flora of Kazakhstan*, Vol. 4. Alma-Ata, 303–305 [in Russian].
- 13 Kotov, M.I. (1979). Katran — *Crambe* L. [*Crambe* L.]. *Flora evropeiskoi chasti SSSR — Flora of the European part of the USSR*, Vol. 4. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 14 Aipiisova, S.A. (2012). *Konspekt flory Aktiubinskogo floristicheskogo okruga [Abstract of flora of Aktobe floral region]*. Aktobe [in Russian].

- 15 Darbaeva, T.E. (1990). Melovaia rastitelnost urochishcha Algabas [Cretaceous vegetation of the Algabas tract]. *Ekologo-sotsialnie problemy ispolzovaniia prirodnikh resursov Zapadnogo Kazakhstana — Ecological and social problems of the use of natural resources of Western Kazakhstan*. Uralsk, 45–47 [in Russian].
- 16 Darbaeva, T.E. (1999). Analiz flory melovykh obnazhenii Severnogo Prikaspiia [Analysis of the flora of Cretaceous outcrops of the Northern Caspian]. *Ekosistemy Zapadnogo Kazakhstana — Ecosystems of Western Kazakhstan*. Uralsk [in Russian].
- 17 Darbaeva, T.E. (2002). *Konspekt flory melovykh vozvyshehnostei Severo-Zapadnogo Kazakhstana [Synopsis of the flora of the Cretaceous uplands of North-Western Kazakhstan]*. Uralsk [in Russian].
- 18 Darbaeva, T.E. (2003). Ekologo istoricheskie svity flory melovykh vozvyshehnostei Severo-Zapadnogo Kazakhstana [Ecological-historical floristic species complexes of chalky hills in the North-Western Kazakhstan]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical journal*, 88 (9); 66–80 [in Russian].
- 19 Krasnaia kniga SSSR (1984). *Redkie i nakhodiashchiesia pod ugrozoi ischeznoeniia vidy zhivotnykh i rastenii [The Red Book of the USSR. Rare and endangered species of animals and plants]*. Moscow: Lesnaia promyshlennost, 2 [in Russian].
- 20 (2014). Krasnaia kniga Kazakhstana. Rasteniiia [Red Date Book of Kazakhstan. Plants]. Vol. 2, Part 2. Astana: Art-Print XXI [in Russian].
- 21 Kupriyanov, A.N., Turlin, B.A., Kurbatova, N.V., Kurmanbaeva, M.S., Abidkulova, K.T., & Bazargaliev, A.A. (2020 a). Krasnaia kniga Kazakhstana: *Crambe tataria* Sebeók [The Red Book of Kazakhstan: *Crambe tataria* Sebeók]. *Botanicheskie issledovaniia Sibiri i Kazakhstana — Botanical research of Siberia and Kazakhstan*, 26; 28–48 [in Russian].
- 22 Kupriyanov, A.N., Turalin, B.A., Kurbatova, N.V., Kurmanbaeva, M.S., Abidkulova, K.T., & Bazargaliev, A.A. (2020 b). Features of age-related conditions of the *Crambe tataria* Sebeók in Western Kazakhstan. *Eurasian Journal of Biosciences*, 14 (1); 177–182.
- 23 Turalin, B.A., & Kupriyanov, A.N. (2019). Demograficheskaia struktura populatsii *Crambe tataria* Sebeók Zapadnogo Kazakhstana [Demographic structure of the populations of *Crambe tataria* Sebeók of Western Kazakhstan]. *Estestvennie i matematicheskie nauki: nauchnye priority uchenykh — Natural and mathematical sciences: scientific priorities of scientists*. Perm [in Russian].
- 24 Baltabaev, M. (2006). Razvitie kornevoi sistemy *Crambe amabilis* vtorogo goda vegetatsii [Development of the *Crambe amabilis* root system of the second year of vegetation]. *Aktualnye problemy biologii, ekologii i pochvovedeniia — Actual problems of biology, ecology and soil science*. Tashkent, 12, 13 [in Russian].
- 25 Baltabaev, M.T. (2010). Razvitie kornevoi sistemy u katrana vostochnogo (*Crambe orientalis* L.) v usloviakh Yuzhnogo Priaralia [The development of the root system in the eastern khatran (*Crambe orientalis* L.) in the conditions of the Southern Aral Sea region]. *Sovremennye problemy strukturalnoi botaniki — Modern problems of structural botany*. Tashkent, 22, 23 [in Russian].
- 26 Baltabaev, M.T., & Karlybaeva, M.A. (2017). Rost i razvitie *Crambe orientalis* L. v usloviakh Yuzhnogo Priaralia [Growth and development of *Crambe orientalis* L. in the conditions Southern Aral Sea region]. *Problemy nauki — Problems of Science*, 17(99); 20–22 [in Russian].
- 27 Kupriyanov, A.N., Turalin, B.A., Kurbatova, N.V., Kurmanbayeva, M.S., Abidkulova, K.T., & Bazargaliyeva, A.A. (2020). The structure of the populations of *Crambe tataria* Sebeók in the Aktobe Region. *Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. Bioscience Series*, 131(2); 23–30. <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2020-131-2-23-30>
- 28 Krasilnikov, P.K. (1983). *Metodika polevogo izucheniiia podzemnykh chastei rastenii [Methods of field study of underground parts of plants]*. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 29 Kupriyanov, A.N. (2004). *Introduktsiia rastenii [Plant introduction]*. Kemerovo [in Russian].