

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. П. ДАДЫКИН

**НОВОЕ О КОРНЕВЫХ СИСТЕМАХ ДИКОЙ И КУЛЬТУРНОЙ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНАХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ**

(Представлено академиком В. А. Обручевым 29 X 1947)

Согласно обычным представлениям корневые системы растений в области распространения вечной мерзлоты резко локализованы в верхних горизонтах почвы. В литературе утвердилось мнение, что низкие температуры почвы препятствуют проникновению корней в глубинные горизонты почвы, что, даже не доходя до мерзлого горизонта, они начинают испытывать губительное влияние хотя и положительных, но крайне низких температур. Растение отвечает на этот неблагоприятный природный фактор способностью образовывать большое число боковых корней, распространяющихся преимущественно горизонтально.

Такого рода представления согласуются с учением о физиологической сухости холодных почв. Однако возникновение этих представлений основано почти целиком на логических умозаключениях и очень небольшом числе наблюдений, полученных главным образом попутно с ботаническими работами (1,2). Против чрезмерного обобщения представлений о физиологической сухости холодных почв определенно высказывается и Н. А. Максимов (6,7).

Осуществленные нами в весенний период 1947 г. опыты с выращиванием овса на искусственно охлажденной почве ясно показали, что корни овса (сорт Победа из семян московской репродукции) проникли в почву до температурной зоны порядка $+1$ — $+1,5^{\circ}$. Эти опыты были проведены в специальных ящиках — сосудах площадью 10×10 см и глубиной в 1 м. Нижние концы ящиков погружались в криостат с ледосоляным охлаждением, что обеспечивало постоянную температуру 0° на глубине 90 см.

Факт проникновения корневых побегов растений овса в температурную зону порядка $+1$ — $+1,5^{\circ}$ явился неожиданным и меняющим представления о возможностях растений. Этот факт не согласуется с утверждением Е. И. Цыпленкина (3,4) о том, что, по наблюдениям в Якутии, даже отдельные корни яровой пшеницы не заглубляются в почву ниже изотермы $+5^{\circ}\text{C}$ и что интервал между изотермами 0° и $+5^{\circ}\text{C}$ является „физиологически недоступной для растений зоной“.

Получение в искусственных условиях столь неожиданного факта послужило основанием для выполнения в летний период 1947 г. значительных по объему работ по отпрепарировке и наблюдениям за распространением корневых систем естественной и культурной растительности в природных условиях в районе г. Игарки ($67^{\circ}27'$), где наблюдается сплошное залегание вечной мерзлоты*.

* В полевых работах принимал участие А. П. Тыртиков.

Изучению были подвергнуты среди естественной растительности из древесных: береза *Betula pubescens*, кедр *Pinus sibirica*, лиственница *Larix sibirica* и ель *Picea obovata*; из кустарниковых: богульник *Ledum palustre* и голубика *Vaccinium uliginosum*; из травянистых: осока *Carex globularis*, хвощ луговой *Equisetum silvaticum*, вейник *Calamagrostis Langsdorffii*; из культурной растительности: овес, ячмень и картофель.

Все раскопки выполнены в конце августа — начале сентября, т. е. в самом конце вегетационного периода, когда развитие корневых систем было максимальным при наибольшем опускании горизонта мерзлоты. Раскопки производились в ольхово-березовом редколесье с



Рис. 1. Мочки глубинных корней у *Picea obovata*

редким включением ели, лиственницы и кедра, в 1—1,5 км северо-восточнее Игарки. Выбирались места с наиболее жестким режимом мерзлоты, где в момент раскопок расстояние от дневной поверхности до поверхности мерзлоты составляло 45—60 см. Препарирование корней производилось на боковой стенке траншеи. Были прослежены корни как идущие в глубину почвы, так и распространяющиеся горизонтально. Корни *Betula pubescens*, *Picea obovata*, *Pinus sibirica*, *Ledum palustre* и *Vaccinium uliginosum* действительно оказались резко локализованными в самых верхних горизонтах почвы при весьма

широком (до 7—8 м) распространении их в стороны от ствола растения. Максимальная глубина проникновения корней у названных видов отмечена до 35—40 см.

Обычно у древесных пород мы наблюдали образование корневого побега, который заглубляется на 15—20 см и образует обильно ветвящуюся мочку, заканчивающуюся на глубине около 40 см (рис. 1).

Larix sibirica при преимущественно поверхностном распространении корней образует отдельные корневые побеги, отходящие от горизонтального корня или непосредственно от корневой шейки; они идут строго вертикально вниз и были прослежены до корневого чехлика на глубине в 110—112 см. Эти глубинные побеги имеют в диаметре 1—2 мм, волнисты, почти не имеют корневых волосков, через каждые 1,5—2 см образуют боковые корни, еще более тонкие, которые в свою очередь дробятся на корни следующего порядка. Общая длина боковых ответвлений от вертикального побега 3—4 см. Окончания вертикальных корней *Larix* встречаются в зоне, где температура почвы была порядка $+0,1$ — $+0,3^{\circ}\text{C}$.

Наиболее интересные результаты получены при исследовании корневых систем у травянистых растений: *Calamagrostis*, *Carex* и *Equisetum*. *C. Langsdorffii* в верхних 20—22 см образовал обильную мочку; ниже идут мощные (диаметром 2—3 мм) корни первого порядка, от которых через каждые 1,5—2 см отходят корни второго порядка. На глубине 35—40 см от поверхности идущие вниз корни начинают интенсивно ветвиться, образуя корневые побеги 3, 4 и даже 5-го порядка. Окончания молодых живых корневых побегов встречены возле самой поверхности мерзлоты в температуре 0° . Очевидно, *Calamagrostis* создает свой подземный рабочий аппарат, непосредственно вслед за отступлением границы мерзлоты.

Корни *Carex globularis* и *Equisetum silvaticum* прослежены на всю мощность деятельного слоя и на глубине 55—57 см зафиксировано их заглубление в мерзлоту. *Carex globularis* в верхних 18—20 см образует рыхлую дерновину. В различных направлениях от нее расходятся корневища, которые дают новые дерновинки *Carex*. От корневища отходят корни, идущие в глубину. Корни *Carex* отличаются сильной волнистостью и способностью растягиваться без повреждения. Главный корень ветвясь образует корни второго порядка, которые и прослежены уходящими в мерзлоту на глубину около 60 см. Препарирование в мерзлой почве оказалось невозможным, но удалось убедиться в том, что заглубляющийся в мерзлоту корень был живым (рис. 2).



Рис. 2. Корневой побег *Carex globularis*. Ножом указано место, где корень уходит в мерзлоту

Аналогичное наблюдение сделано над растением *Equisetum*, побег которого на глубине 46 см вливается в корневище, которое идет почти горизонтально слегка волнистым путем, местами перехватываясь мерзлотой. Через каждые 20—25 см на корневище образуется узел. От узла отходят 1—3 корневищных побега горизонтально и 1—2 корня, которые прямо уходят в мерзлоту.

Наблюдавшиеся факты позволяют утверждать, что в районах вечной мерзлоты наряду с растениями, образующими исключительно поверхностную корневую систему, имеется ряд видов, которые в своих адаптивных изменениях дошли до того, что имеют корни погруженными в мерзлоту.

Отпрепарированные корневые системы культурных злаков (овса и ячменя) (рис. 3) показали весьма большое заглубление в почву. Наблюдения сделаны у овса 1 сентября, когда растения были в цвету, у ячменя 27 августа, когда растения были в стадии восковой спелости. Температура почвы в зоне нахождения нижней трети корневых систем названных злаков не поднималась выше $+2,5^{\circ}\text{C}$. Картофель (сеянец

№ 101 отбора Игарской с.-х. опытной станции из гибридов Эпикур ×
× Сою) заглубил свои корни до 40 см, считая от дна борозды.

Корневые побеги злаков в глубоких горизонтах почвы были за-

метно утолщенными, мало ветвящимися и слабо покрыты корневыми волосками. В поле мы наблюдали ту же картину действия пониженных температур на внешний вид корней, что и в наших опытах в искусственных условиях. В последнем случае на холодных вариантах наблюдалось утолщение корней, резкое уменьшение их ветвистости и возрастание веса против контроля в 1,5 раза. В опытах Бялблоского⁽⁵⁾, выполненных еще в 1870 г., пониженная температура почвы вызвала у растений ячменя образование только нескольких больших, необычайно сильных корней 1 и 2-го порядка.

Очевидно, что утолщение, уменьшение ветвистости, увеличение веса являются элементами ответной реакции растений на холодную почву. Биологическая сущность этих изменений продолжает оставаться предметом исследования.

Наблюдавшиеся факты позволяют прийти к выводу, что представление об исключительно поверхностном распространении корневых систем растений, развивающихся в условиях постоянно холодных почв (в области вечной мерзлоты), не соответствует действительности. Намечается весьма широкий диапазон приспособительной изменчивости корневых систем растений к почвенному холоду — от резкой локализации в самых верхних горизонтах почвы до способности растений заглублять свои корневые побеги в вечномерзлые горизонты, сохраняя побеги живыми. Корневые системы культурных злаков также обладают значительно большей способностью мириться с низкими температурами в почве, чем это признается растениеводами.

Рис 3. Корневая система овса

Институт мерзлотоведения
им. В. А. Обручева
Академии Наук СССР

Поступило
29 X 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Р. И. Аболин, Тр. по изуч. Якутской АССР, 10 (1929). ² В. Н. Сукачев, Тр. Амурской эксп., 2, в. 16 (1912). ³ Е. И. Цыпленкин, Тр. Ин-та мерзлотоведения, 4 (1944). ⁴ Е. И. Цыпленкин, С. Т. Шедеров и П. Г. Потапов. Агротехника зерновых культур в правобережных районах Якутии, изд. АН СССР, 1941. ⁵ J. Bialobloski, Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, 13, 424 (1871). ⁶ Н. А. Максимов, Физиологич. основы засухоустойчивости растений, Л., 1926, стр. 75. ⁷ Н. А. Максимов, Краткий курс физиологии растений, изд. 7, М.—Л., 1941, стр. 71.