

УДК [581.192.7 : 581.52] : [581.183 : 581.184.9]

## **О закономерностях влияния свойств почвенной среды обитания на процесс формирования корневого тропизма у древесных растений**

**В.В. Падалко, С.И. Овчинникова, Е.В. Шашкова**

*Биологический факультет МГТУ, кафедра биохимии*

**Аннотация.** В статье изложены результаты научных исследований, где методом анализа подтверждена прямая зависимость процесса корневого тропизма древесных растений от биохимического состава и структуры почвенной среды их обитания, а методом синтеза раскрыта целостность этого процесса, заключающаяся в единстве и взаимосвязи всех его частей.

**Abstract.** The paper presents the results of scientific research on influence of soil habitat attributes on formation of root tropism of arboreal plants. The dependence of arboreal plants root tropism process on the biochemical composition and structure of soil habitat has been established. Using the method of synthesis the authors have come to the conclusion about integrity of this process consisted in the unity and interrelation of all its parts.

**Ключевые слова:** корневой тропизм растений, биохимический состав, почвенная среда обитания

**Key words:** root tropism of plants, biochemical composition, soil habitat

### **1. Введение**

Древесные растения представляют собой многофункциональный природный организм. Его корневая система является одним из главных вегетативных органов, предназначенных для поглощения из почвы воды и различных питательных веществ и перемещения их в другие органы растения. Зелёные растения – единственные организмы, способные из простых неорганических соединений создавать сложные питательные вещества. В упрощённом виде это происходит при фотосинтезе с первоначальным участием хлорофилла, когда образуются крахмал, жиры и белки. Важным средством в процессе передвижения корней растений по горизонтам почвенного профиля являются гетероауксины аминокислот, входящих в состав белков. Всё это является основой корневого тропизма древесных растений.

Целью проводимых авторами исследований было изучение методом биометрических измерений внутренней структуры корневой системы древесных растений, а также наличия и протяжённости тончайших окончаний корней, диаметром до 1 мм, прямое воздействие гетероауксина на которые и возбуждает корневой тропизм растений. Одновременно предмет этих исследований и составил их новизну, так как ранее в условиях почвенной среды обитания на Кольском Севере и в Южных горах Средней Азии подобного рода биометрические измерения корней не проводились.

Таким образом, исследования по проблеме корневого тропизма осуществлялись авторами в таких резко отличающихся по экологическим особенностям средах обитания, как географические районы Кольского полуострова и Южные горы Средней Азии (ЮГСА), где с наибольшей полнотой проявляется дифференциация процесса корневого тропизма древесных растений.

В статье изложены результаты этих исследований.

### **2. Методика исследований**

За основу выявления причинно-следственных связей корневого тропизма древесных растений взяты два взаимодополняющих метода исследования – анализ и синтез. Метод анализа предполагает расчленение предмета исследований на части. В этом смысле проведены экспериментальные исследования по раскопке корневых систем древесных растений и последующему детальному изучению их структуры, сосредоточенных под пологом лесных насаждений таёжной зоны Кольского полуострова и лесных культур ЮГСА. В обоих случаях исследованы их биометрические показатели, а также глубина их залегания в толще почвогрунта. Методом синтеза было соединено в единое целое проявление биохимических процессов в организме древесных растений, обуславливающих внутреннюю физиологию корневого тропизма растений.

Таким образом, исследования по проблеме корневого тропизма древесных растений носят системный характер, когда множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образуют определённую целостность.

### 3. Результаты исследований

Предваряя ход проведения исследований по проблемам корневого тропизма древесных растений, необходимо раскрыть содержание таких понятий, как "корневой тропизм растений", "почвенная среда обитания", "раздражимость внутриклеточных образований" и др. Это позволит наиболее понятно провести исследования в рамках анализа экспериментального материала и синтеза всей совокупности различных элементов рассматриваемой проблемы.

Под почвенной средой обитания понимается часть природы, непосредственно окружающая живые организмы, такие, например, как корни древесных растений. Тропизм – это процесс изгибания растущих частей растений, вызываемый односторонним действием раздражителя, вызывающего раздражимость. Раздражимость – свойство органов реагировать изменением их функций на сдвиги различных факторов внешней среды. Раздражитель в наших условиях – это питательные вещества почв и их влага, неравномерное распределение которых по горизонтам почвенного профиля и вызывают раздражимость окончаний корневой системы.

Гетероауксин – один из наиболее распространённых ауксинов, веществ высокой физиологической активности, которые влияют на ростовые процессы растений. Тропизм – процесс изгибания корней под действием гетероауксинов.

Далее методом анализа необходимо было выявить особенности развития процесса корневого тропизма у древесных растений в зависимости от среды их обитания.

Для решения этой проблемы необходимо обратиться к тем природным зонам, где в их конкретной почвенно-климатической среде обитания в наибольшей степени и проявляется сравнительное свойство корневого тропизма древесных растений. Так, например, в северной лесной зоне Кольского полуострова, на подзолистых почвах, часто пересыщенных влагой, с трудно доступной подпочвой, корневая система древесных растений на 90-95 % сосредоточена в поверхностных слоях почвы на глубину 10-15 см. Ниже этого горизонта подзолы уже являются раздражителями и корневая система древесных растений в этой заполярной зоне распространяется вдоль маломощного, но обогащённого питательными веществами, фактически поверхностного почвенного горизонта. В другой же, совсем противоположной природной среде обитания, такой как субтропики Южных гор Средней Азии, складывается совсем иная картина корневого тропизма древесных растений. Причиной тому служит летнее пересыхание верхних горизонтов коричневых карбонатных почв, что также является раздражителем для корневой системы древесных растений, в связи с чем она углубляется в нижние слои почвогрунта, где практически весь вегетационный период имеется доступная почвенная влага (Цепляев, 1961).

Проведённые авторами раскопки корневой системы 10-летних берёзы, ивы и рябины, высотой 1,5-2,0 м, произрастающих в составе хвойных насаждений пригородного леса г. Мурманска, подтвердили наличие здесь маломощного, до 20 см верхнего почвенного горизонта. В табл. 1 показана дифференциация корней берёзы, ивы и рябины по их толщине и протяжённости. Наибольшая протяжённость отмечена у ростовых корней, толщиной от 1 до 5 мм, наименьшая – у сосущих корней, толщиной до 1 мм. И вся эта корневая система размещается в 10-15-сантиметровом поверхностном слое почвенного профиля (табл. 1).

Таблица 1. Биометрическая характеристика корневой системы древесных растений

Древесные растения	Диаметр корня	Длина корня, см		Глубина распространения корневой системы, см
		По результатам измерений	Суммарная	
Берёза	До 1 мм	14,5	68,6	10-15
	От 1 до 5 мм	19,5		
	Более 5 мм	34,6		
Ива	До 1 мм	15,7	73,4	10-15
	От 1 до 5 мм	24,8		
	Более 5 мм	32,9		
Рябина	До 1 мм	12,3	125	10-15
	От 1 до 5 мм	29,5		
	Более 5 мм	83,2		

Для того чтобы более углублённо исследовать закономерности корневого тропизма древесных растений, нами была проведена раскопка корневой системы и в другой, более контрастной по среде обитания географической зоне – в Южных горах Средней Азии. При производстве горнооблесительных работ на одном из склонов Гиссарского хребта, входящего в состав Памиро-Алая (ЮГСА) по созданным террасам прямоугольного профиля был высажен можжевельник древовидный (арча). Здесь и была произведена раскопка корневой системы 10-летней арчи, диаметром 5 см и высотой 1,5 м. Корневая система выкопана целиком до 6-метровой глубины, результаты раскопок которой показаны в табл. 2.

Таблица 2. Морфометрическая характеристика корневой системы арчи

Распространение корней по элементам террас	Длина корней, м			Суммарная протяжённость корней по элементам террас, м
	При толщине			
	1 мм	1-5 мм	5 мм	
В сторону лесокультурного откоса	11,4	111,8	2,9	133,1
К середине террасы	15,6	94,6	0,8	111,0
Общая протяжённость	27,0	213,4	3,7	244,1

В силу того, что арча высажена по лесокультурной части террас, здесь же, в сторону лесокультурного откоса и наблюдается наибольшая протяжённость корневой системы арчи, где концентрируются в наибольшем количестве питательные вещества и почвенная влага.

Таким образом, как общая протяжённость корней – 244,1 м, так и их структура, и глубина проникновения в почвогрунт будут способствовать дальнейшему устойчивому росту арчовых деревьев даже в этой, по своему сложной, природно-климатической среде обитания.

Если сравнить динамику развития корневой системы в обоих случаях, то можно отчётливо зафиксировать, какое конкретное влияние на неё оказывает почвенная среда обитания в разных географических зонах произрастания древесных растений.

Вышеизложенные результаты экспериментальных исследований, подвергнутых аналитическому расчленению процесса корневого тропизма древесных растений на его составные части, позволяют, опираясь на методологию синтеза, соединить в единое целое все стороны этого процесса.

Как известно, биологической основой процесса корневого тропизма древесных растений является свойство движения его подземных органов, как одно из проявлений развития растительного организма, обеспечивающее ему возможность активного взаимодействия с почвенной средой обитания. Вызывается этот процесс раздражимостью, т.е. свойством внутриклеточных образований реагировать изменением их структуры и функций на сдвиги почвенной среды обитания. В нашем случае реакции растения на раздражители определяют расположение его органов в почвенном пространстве. Наиболее чувствительны к раздражению кончики корней древесных растений (фракцией диаметром до 1 мм), с которых возбуждение передаётся на зону роста этих органов и вызывает соответствующее изменение в направлении распространения корней. Воспринятое растением раздражение передаётся по цитоплазматическим тязам, а затем происходит ответ растения как целого на раздражение. Если раздражение действует в одном направлении, то под воздействием белковой составляющей гетероауксина происходит односторонний рост, в результате чего происходит изгиб корня, т.е. возникает процесс корневого тропизма. Примером одностороннего направления раздражимости корневых окончаний может быть влияние различной среды почвенного обитания. Так, например, железистые подзолы таёжной зоны Кольского полуострова имеют очень короткий – до 20 см, собственно почвенный профиль, ниже которого залегают не имеющие питательных веществ горизонты подзола, являющиеся объектом раздражения корневой системы. Это и вызывает изгибы корней в сторону вышележащего плодородного слоя почв.

В коричневых почвах ЮГСА сезонное летнее пересыхание верхних почвенных горизонтов представляет собою также зону раздражимости, в результате чего гетероауксины не вызывают трофических изгибов, а стимулируют интенсивный вертикальный рост корней в нижние горизонты подстилающей породы, имеющих постоянный запас влаги даже в летний период.

Все это относится к понятию о саморегулирующихся автоматически управляемых живых системах природы, к которым в полной мере относятся и древесные растения. Причём, хотя древесные растения и относятся к разряду низших регуляторов роста в природе, однако они являют образец совершенствования саморегулирования своих жизненных процессов. Но данного рода автоматизм

возможен только при наличии так называемой обратной связи, которую надо рассматривать как природный способ передачи информации о протекании процесса, на основе которого и вырабатывается то или иное управляющее воздействие (Булыгин, 1974).

По упрощённой схеме обратная связь сложного биохимического процесса передвижения корней в почвенных горизонтах происходит в следующем порядке. Получив по физиологическим каналам сигнал от раздражителя о неблагоприятных условиях в почвенной среде обитания (отсутствие питательных веществ, сухость почв), растение направляет к очагам раздражителя фермент гетероауксин, который в ответ на раздражимость синтезируется в листовом аппарате растения. Потом гетероауксин, подходя к корневым окончаниям, формирует направление роста корня в сторону беспрепятственного освоения им почвенной среды обитания. В условиях Субарктики Кольского полуострова корни распространяются в горизонтальном направлении, охватывая 20-см поверхностный почвенный горизонт с наличием в нём питательных веществ. В коричневых почвах ЮГСА корневая система под действием гетероауксина направляется на необходимую глубину, вслед за убыванием почвенной влаги в летний период.

Как показывают результаты экспериментальных исследований, все эти процессы возникают на ранней стадии роста древесных растений, так как в их структуре к этому времени уже формируется биогенный потенциал, который реагирует на сигналы обратной связи. В связи с этим можно предположить, что в растениях и вырабатывается автоматизм самоуправления процессом направленного распространения корневой системы по горизонтам почвенного профиля.

#### 4. Заключение

На основании полученных результатов биометрических измерений показано, что структура корневой системы древесных растений зависит от почвенной среды обитания. Условия почвенной среды влияют на длину корней, а также на их распространение в глубину и по горизонтам почвенного профиля.

Показано, что прямое воздействие гетероауксина на тончайшие окончания корней диаметром до 1 мм и обуславливает корневой тропизм растений.

#### Литература

- Булыгин Ю.Г. Представление о древесных растениях как о саморегулирующихся автоматически управляемых живых системах природы. *Генетика, селекция и интродукция лесных пород. Тематический сборник научных трудов, выпуск I, Воронеж, ВНИИЛМ, с.145-149, 1974.*
- Цепляев В.П. Леса СССР. М., Гос. изд-во сельскохозяйственной литературы, с.274-278, 1961.