

III. ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ РАСТЕНИЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ЦЕНОЗАХ

ОСОБЕННОСТИ КОРНЕВОГО ПИТАНИЯ СОСНЫ И ЛЮПИНА ПРИ ИХ СОВМЕСТНОМ ПРОИЗРАСТАНИИ

Б. Д. ЖИЛКИН, Л. И. ЛАХТАНОВА

Белорусский технологический институт, Минск

Многолетний люпин, произрастая совместно с древесными породами, значительно улучшает среду произрастания. Под его влиянием улучшаются физические свойства почвы, увеличивается содержание гумуса, общего азота, подвижных форм азота и калия, сумма поглощенных оснований. В настоящее время люпин как средство биологической мелиорации лесных культур широко внедряется в производство.

Однако многие стороны взаимодействия сосны и люпина при их совместном произрастании изучены далеко не достаточно.

В связи с этим мы поставили своей целью изучить некоторые эколого-физиологические особенности взаимодействия сосны (*Pinus silvestris* L.) и люпина (*Lupinus polyphyllus* Lidl) при их совместном произрастании. Исследовали сезонный ритм поглощения и выделения минеральных питательных веществ корнями сосны и люпина в чистых и смешанных культурах; миграцию элементов питания между этими растениями; взаимодействие

Таблица 1

Содержание меченого фосфора в растениях сосны и люпина в разные сроки вегетационного периода (в имп/мин на 1 г сухого вещества)

Растения	Вариант опыта	Сроки наблюдения			
		15. VI	13. VII	10. VIII	12. IX
Сосна *	Надземная часть (хвоя и стебли)	143	336	250	88
	Корни	4368	8335	7382	1792
	Все растение	1992	3336	2973	849
Люпин *	Надземная часть	39 177	31 094	17 522	2447
	Корни	32 630	28 103	8083	4228
	Все растение	36 976	29 950	14 347	3139
Сосна **	Надземная часть (хвоя и стебли)	146	390	314	150
	Корни	4674	8396	7814	4095
	Все растение	2083	3822	3023	1600
Люпин **	Надземная часть (хвоя и стебли)	37 948	18 530	16 202	3591
	Корни	31 140	34 026	8315	4393
	Все растение	35 602	23 596	13 151	4084

* Возраст сосны 3 года, люпина 2 года.

** Возраст сосны 4 года, люпина 3 года.

корневых выделений сосны и люпина на их рост и некоторые физиологические процессы; сосущую силу корней сосны и люпина.

Сезонный ритм поглощения минеральных питательных веществ корнями сосны и люпина изучали в вегетационных сосудах при помощи метода меченых атомов в течение 1966—1969 гг.

Результаты исследований показали (табл. 1), что поглощение фосфора корнями сосны и люпина происходит по-разному и весьма неравномерно. Наблюдаются периоды интенсивного и слабого поглощения. Характерно, что периоды максимального поглощения фосфора у сосны и люпина приурочены к разным срокам вегетации. Так, максимум поглощения P^{32} у люпина наблюдался в июне — в фазе начала цветения, у сосны — в июле — в

фазе окончания роста вершинных и боковых побегов. Наименьшее содержание меченого фосфора отмечалось у сосны в июне, у люпина — в сентябре. Следовательно, в результате несовпадения периодов поглощения фосфора у сосны и люпина ослабляется конкуренция между ними за фосфорное питание.

Из полученных данных видно, что в течение всего вегетационного периода интенсивность поглощения фосфора люпином была примерно в пять раз больше, чем у сосны. Исследования также показывают, что интенсивность поглощения фосфора у сосны при совместном произрастании с люпином в 1,5 раза выше, чем у сосны без люпина. Люпин в смешанных культурах с сосной поглощает фосфор также более интенсивно, чем в чистых. Повышение интенсивности поглощения меченого фосфора из почвы корнями сосны и люпина при совместном произрастании, очевидно, объясняется взаимостимулирующим действием их корневых выделений. По-видимому, и другие элементы питания будут поглощаться ими более активно.

Из анализа трехлетних данных следует, что сосна и люпин имеют различные ритмы поглощения, а также обладают различной физиологической активностью поглощения минеральных питательных веществ. У люпина она значительно выше, чем у сосны.

Опыт по исследованию выделений фосфора корнями сосны и люпина проводился в песчаных культурах в течение двух вегетационных периодов. Подопытные растения высаживали в специально изготовленные сосуды прямоугольной формы. Опыт был организован в двух сериях: в первой серии меченый фосфор вводили в растения через изолированную прядь корней, во второй — некорневым путем. Интенсивность выделения меченого фосфора устанавливали по радиоактивности песка, в котором находились подопытные растения. Результаты опыта показали, что сосна и люпин имеют различные ритмы выделения. У сосны наиболее интенсивное выделение фосфора наблюдается в начале вегетационного периода, у люпина — в августе, в период окончания фазы цветения. Минимальное выделение меченого фосфора у сосны наблюдается в сентябре; у люпина было отмечено два минимума: в начале и в конце вегетационного периода.

Необходимо указать, что в течение двух вегетационных периодов почти во все сроки наблюдений интенсивность выделения меченого фосфора у люпина была значительно выше, чем у сосны. В середине вегетационного периода (июль, август) люпин выделяет в окружающую среду примерно в пять раз больше фосфора, чем сосна. С возрастом выделение меченого фосфора у люпина и сосны значительно увеличивается. Аналогичные результаты мы получили и при введении меченого фосфора через изолированную часть корней.

Интересно отметить, что период наибольшего поглощения меченого фосфора сосной совпадает с периодом максимального выделения его люпином. Следовательно, сосна при совместном произрастании с люпином может в некоторой мере питаться фосфором и, возможно, другими элементами питания за счет корневых выделений люпина.

Существенную роль во взаимоотношениях растений может играть и миграция элементов питания между компонентами фитоценоза. Поэтому мы поставили своей целью изучить передачу элементов питания между сосной и люпином при взаимном контакте их корневых систем. В качестве индикатора был взят также радиоактивный фосфор в виде $\text{K}_2\text{P}^{32}\text{O}_4$. Исследования проводились в полевых и вегетационных опытах. Интенсивность передачи меченого фосфора от сосны к люпину и наоборот устанавливали по радиоактивности образцов соседних растений.

Результаты проведенных исследований в вегетационных опытах показали (табл. 2), что меченый фосфор, введенный в растения через изолированную часть корней или некорневым путем, перемещается в соседние — рядом растущие растения. Меченый фосфор перемещался из одного растения люпина в другое, а также из люпина в сосну и наоборот. Интересно отме-

тить, что передача радиоактивного фосфора из люпина в сосну часто протекает более активно, чем из сосны в сосну или из сосны в люпин. Так, интенсивность передачи меченого фосфора из люпина в сосну в июле и сентябре была почти в два раза больше, чем из сосны в сосну. Аналогичные данные нами получены и в полевых условиях.

Известно, что люпин может усваивать фосфор из труднорастворимых соединений (Домонтович, Шестаков, 1929). Затем в результате корневых выделений он обогащает почвенную среду легкодоступными для других растений соединениями фосфора. Передача фосфора из одного растения в другое при близком их расположении происходит через почвенный раствор, а также через многочисленные контакты активных корешков и корневых

Таблица 2

Миграция меченого фосфора между растениями сосны и люпина
(радиоактивный фосфор вводили в растения через изолированную часть корней)

Дата проведения опыта	Радиоактивность на 1 г сухого вещества, имп/мин/г											
	Сосна (P ³² вводился через сосну)			Смешанные культуры (P ³² вводился через сосну)			Смешанные культуры (P ³² вводился через люпин)			Люпин (P ³² вводился через люпин)		
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₁	Л	C ₂	Л ₁	С	Л ₂	Л ₁	Л ₂	Л ₃
22. VI	1103	243	213	945	283	143	55 617	239	396	49 304	218	235
23. VII	5068	92	74	7472	188	104	43 544	286	545	39 426	776	748
24. VIII	2316	177	193	5154	122	128	3540	193	252	5544	296	334
25. IX	557	74	97	1439	177	122	1730	179	146	838	150	136

Примечание: C₁ и Л₁ — растения, через которые вводили меченый фосфор; C₂, C₃ и Л₂, Л₃ — растения, в которых определяли мигрированный фосфор.

волосков. Очевидно, существенную роль в этой передаче могут играть ризосферные микроорганизмы.

Результаты наших опытов также показали, что интенсивность миграции фосфора между люпином и сосной связана с фазами развития растений и в течение вегетационного периода значительно изменяется. Максимальная передача меченого фосфора из люпина в сосну наблюдается в июле, минимальная — в конце вегетационного периода. Характерно, что в июле, когда люпин находится в фазе зеленых бобов, происходит и наибольшая передача фосфора из люпина в сосну. У сосны наиболее активная передача наблюдается в июне. При этом интенсивность миграции меченого фосфора у люпина значительно (в три-четыре раза) выше, чем у сосны. Различие в интенсивности передачи меченого фосфора у растений сосны и люпина, очевидно, объясняется их биологическими особенностями.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что люпин в корневом питании сосны является выгодным компонентом.

Сосушая сила корней во многом определяет успех борьбы за влагу и элементы питания в растительном сообществе. А. П. Шенников (1964) указывал, что даже ничтожное превышение сосущей силы корней одного растения может дать ему преимущество сравнительно с другими, рядом растущими. Однако данных в литературе о сосущей силе корней очень мало, поэтому мы провели изучение сосущей силы корней сосны и люпина.

Результаты исследования показали, что сосущая сила корней сосны и люпина оказалась почти одинаковой. Но важно отметить, что при совместном произрастании сосны с люпином величина сосущей силы корней сосны повышается примерно на 50%, в то время как у люпина она остается без существенных изменений. Это дает возможность сосне при совместном произрастании с люпином успешно конкурировать с ним за влагу и элементы минерального питания.

В смешанных насаждениях характер взаимоотношений между растениями определяется многими факторами. Среди этих факторов существенную

роль играют специфичные для каждого вида растений органические и минеральные вещества, выделяемые растениями в процессе своей жизнедеятельности в окружающую их среду.

В связи с этим мы поставили своей целью исследовать взаимовлияние корневых выделений сосны и люпина на их рост и некоторые физиологические процессы. Исследования проводили в песчаных культурах. Подопытные растения сосны и люпина поливали промывными водами с их корневыми выделениями. Полив производили один раз в десять дней в течение трех вегетационных периодов. Опыт был поставлен в следующих вариантах.

1. Растения сосны поливали промывными водами с корневыми выделениями сосны (собственными промывными водами).

2. Растения сосны поливали чистой водой.

3. Растения сосны поливали промывными водами с корневыми выделениями люпина.

Одновременно, по аналогичной схеме, проводили опыт с люпином.

Таблица 3
Накопление биомассы сосной и люпином при поливе их промывными водами с корневыми выделениями

Вариант опыта	Средний вес, г			Общий вес всего растения, % к контролю	Отношение веса подземной части к надземной	Количество мелких корней, % к их общей массе
	надземной части	подземной части	всего растения			
Сосна						
1	13,21	9,65	26,63	100,0	0,73	82,9
2	12,12	9,36	22,86	97,0	0,77	85,9
3	15,84	10,79	26,60	116,8	0,68	76,0
Люпин						
1	4,70	9,80	14,50	100,0	2,09	14,4
2	4,50	10,02	14,52	100,1	2,23	17,6
3	4,63	9,97	14,60	100,6	2,15	15,1

За высаженными растениями в течение трех лет вели фенологические наблюдения. В конце каждого вегетационного периода измеряли рост сосны по высоте и диаметру, учитывали степень ее охвоения и общее состояние. По истечении трехлетнего срока опыт прекращали и определяли основные показатели роста подземных и надземных органов сосны и люпина (табл. 3).

Из таблицы следует, что промывные воды люпина с его корневыми выделениями положительно влияют на накопление биомассы растениями сосны. Так, общий вес сосны при поливе ее промывными водами люпина по сравнению с контролем повысился на 16,8% (вариант 3). Корневые выделения сосны не оказали заметного влияния на накопление биомассы люпином.

Одновременно в этих же вегетационных опытах изучали влияние корневых выделений люпина и сосны на интенсивность поглощения ими минеральных питательных веществ. Активность поглощения определяли методом меченых атомов и методом листовой диагностики.

Результаты исследований показали, что промывные воды с корневыми выделениями люпина благоприятно влияют на интенсивность поглощения меченого фосфора растениями сосны. Радиоактивность хвои сосны в этой серии опытов была на 58% выше, чем на контроле. В то же время корневые выделения сосны не оказали заметного влияния на поглощение меченого фосфора растениями люпина. Под влиянием корневых выделений люпина у растений сосны наблюдалось также усиление поглощения азота и калия.

Из сказанного следует, что в корневых выделениях люпина содержатся биологически активные вещества, которые активизируют поглотительную способность корней сосны.

На этих же объектах мы исследовали влияние корневых выделений люпина на фотосинтез сосны. Проведенные исследования показали, что под влиянием корневых выделений люпина интенсивность фотосинтеза у сосны повышается на 19%.

Следовательно, сосна обыкновенная и многолетний люпин многолистный являются биологически совместными видами. Положительное взаимодействие сосны и люпина в значительной мере обусловлено различным ритмом поглощения и выделения минеральных питательных веществ их корневыми системами, а также улучшением условий для корневого питания сосны.

Установленные биологические особенности в росте сосны и люпина, а также их взаимодействия могут послужить научной основой для разработки практических мероприятий по выращиванию устойчивых и более продуктивных сосновых биогеоценозов.

PECULIARITIES OF ROOT NUTRITION OF PINE AND LUPINE UNDER JOINT GROWING

B. D. ZHILKIN, L. I. LAKHTANOVA

Summary

Three-year experimental data on the studies of root nutrition of Scotch pine and many-leaved sundial lupine are presented. On the basis of the conducted experiments, a conclusion is drawn that pine and lupine are biologically compatible species for joint growing. Positive interaction of pine and lupine considerably depends on different rhythms of absorption and excretion of mineral nutrients by their root systems as well as on the improvement of conditions for root nutrition of pine.

ВЗАИМОВЛИЯНИЕ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО И БЕРЕКИ В СТЕПНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

П. П. ЧАВЧЕНКО

Центральный республиканский ботанический сад АН УССР, Киев

Проблема подбора пород, сопутствующих дубу черешчатому (*Quercus robur* L.), в степных лесонасаждениях все еще далека от своего удовлетворительного решения. Испытаниями в опытных лесных культурах уже выявлены древесные породы, перспективные в роли сопутствующих дубу в условиях степи Украины. Одной из таких пород является берека (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz).

Мы изучали взаимовлияние дуба черешчатого и береки в опытных культурах Веселобокhovenьковской селекционно-дендрологической станции (Кировоградская область) в 1959—1966 гг.

Опытные культуры дуба с берекой созданы в 1931—1932 гг. на двух участках выдел b^8 — 0,29 га и выдел a^{10} — 0,24 га. Почва на обоих участках — чернозем обыкновенный малогумусный, причем на втором участке несколько смытый (уклон около 2°).

Основные исследования проведены на втором участке (выдел a^{10}). В качестве контроля принята чистая культура дуба 1935 г., участок которой расположен в соседнем квартале в одинаковых условиях местопроизрастания (сухая дубрава переходная к очень сухой — Д₁₋₀).

По данным учета на пробных площадях исследованные культуры характеризуются показателями, приведенными в табл. 1.

В чистой культуре дуба (контроль) посадочные места расположены — 1,0 × 1,0 м. Смешанная культура создана по древесно-кустарниковому типу с междурядьями 1,25 м и расстояниями в рядах — 0,8 м. Подлесок из