

А.А.Шелюто, кандидат сельскохозяйственных наук
Белорусская сельскохозяйственная академия

УДК 633.3.31/32:631.445.24(476)

Особенности развития корневой системы люцерны в сравнении с клевером при выращивании на дерново-подзолистых почвах северной зоны Беларуси

В статье обсуждаются результаты экспериментальной работы, проведенной в Белорусской сельскохозяйственной академии в северной зоне Республики Беларусь, которая связана с биологическими особенностями развития корневой системы люцерны посевной в сравнении с клевером луговым для дерново-подзолистой почвы.

The article discusses results of the experimental work done in the Belarussian Agricultural Academy, the Northern Zone of the Republic Belarus, connected with biological peculiarities of the root system development of Alfalfa in comparison with clover on the turf-podsolic soils.

Изучение роста и развития корней сельскохозяйственных культур при различных факторах среды их обитания способствует разрешению важной проблемы в растениеводстве — регулированию процессов жизнедеятельности растений через корневые системы.

Имея конечной целью изучения любой сельскохозяйственной культуры повышение ее продуктивности и качественных характеристик, нами была поставлена задача изучить особенности развития корневой системы люцерны посевной в зависимости от приемов возделывания и использования и установить ее связь с урожайностью и долголетием культуры.

Сопоставляя данные научных исследований по корневым системам многолетних трав, можно убедиться, что основным фактором, влияющим на образование их корневой массы, является степень обеспеченности почвы питательными веществами. При этом отмечается, что рост и развитие корневой системы зависят от удобрения еще больше, чем образование надземной массы. Однако далеко не все авторы связывают усиление питания с увеличением массы корней. Так, Р.И.Тоомре, Л.Раав [1] на основе многих исследований, выполненных на сенокосах и пастбищах, делают вывод о том, что интенсификация удобрения уменьшает корневую массу луговых травостоев. Особенно отчетливо эта закономерность проявляется при увеличении доз азотных удобрений. При интенсивном удобрении с урожаем уносится значительно больше питательных веществ, чем их содержится в корнях. Этому в большинстве случаев сопутствует уменьшение корневой массы и снижение в почве в зоне активной деятельности корней содержания гумуса и азота. Такие же выводы делают Olofson S[2], Qarwood W.[3], Д.А.Иванов и М.В. Иванова [4], Troughton A [5].

Однако имеются результаты исследований, говорящие о том, что обильное удобрение увеличивает корневую массу трав /Malguogí A., М.М.Прозорова, А.Кыр-гас, А.С.Устименко с соавт. [6, 7, 8, 9]

Вторым важнейшим фактором, влияющим на развитие корней, является влагообеспеченность растений. Почвенная вода, выполняя разнообразные функции растворения и переноса питательных веществ и почвен-

ных газов, усиливает развитие корней. При искусственном увлажнении путем полива в опытах В.С.Снегового [10] у люцерны второго года пользования масса корней в слое почвы 0-50 см была в три раза больше, чем на неполивном участке. Лучшее водопотребление и более высокий урожай сена люцерны Van Piper и Owen F. связывают с лучшим развитием корневой системы при орошении [11].

В полевых опытах, проведенных нами в 1980-1983 гг., изучалось влияние удобрения совместно с орошением на продуктивность люцерны посевной сорта Белорусская, выращиваемой в смеси с клевером луговым сорта Цудоўны. Опыты проведены на дерново-подзолистых слабоподзоленных легкосуглинистых почвах, характеризующихся средней степенью окультуренности. Смесь трав выращивалась при естественном увлажнении, а также при орошении с предположивными порогам 0,65 и 0,8 НВ на 4 фонах удобрения $P_{60}K_{90}$, $P_{100}K_{160}$, $N_{30}P_{100}K_{160}$ и $N_{90}P_{100}K_{160}$. Использование трав — двухукосное в фазу цветения.

Выявлено (табл. 1), что повышение нормы вносимых фосфорно-калийных удобрений, а также азотные подкормки способствовали некоторому увеличению массы воздушно-сухих корней травосмеси от первого к третьему годам пользования травостоем. В варианте с естественным увлажнением это увеличение составило 3,3 ц/га, или 4%.

В условиях искусственного увлажнения максимальные показатели массы корней имели травостой первого года пользования, снижаясь ко второму году во всех вариантах с удобрением. Однако как и в варианте с естественным увлажнением, повышение нормы фосфорно-калийного удобрения и азотные подкормки приводили к увеличению массы корней.

Снижение корневой массы во второй год пользования обуславливается резким уменьшением доли клевера в травостое, в то время как в первом году его удельный вес был выше по сравнению с контролем (естественное увлажнение).

Наблюдаемое к третьему году пользования снижение массы корней особенно сильно проявилось в варианте без орошения. Для сравнения укажем на вариант

Таблица 1. Урожайность сухой массы и масса воздушно-сухих корней люцерны и клевера в зависимости от агроэкологических условий

Условия увлажнения	Агрофон	Урожайность сухой массы, ц/га			Масса корней, ц/га			Соотношение корней и надземной массы		
		I г. п.	II г. п.	III г. п.	I г. п.	II г. п.	III г. п.	I г. п.	II г. п.	III
Естественное	1	48,7	55,6	40,3	69,6	71,7	63,9	1,43	1,29	1,38
	2	60,1	67,0	52,7	84,1	85,1	70,1	1,40	1,27	1,33
	3	74,1	76,9	51,6	92,2	96,9	66,6	1,24	1,26	1,29
	4	76,7	77,5	55,1	90,8	96,1	68,3	1,18	1,24	1,24
Орошение 0,8 НВ	1	96,3	86,7	74,3	135,7	107,5	100,3	1,41	1,24	1,35
	2	119,5	97,1	90,8	163,7	117,5	119,4	1,37	1,21	1,27
	3	134,9	114,0	92,0	170,7	125,4	118,0	1,27	1,21	1,23
	4	48,2	118,2	99,5	164,9	117,7	102,4	1,11	1,00	1,03
НСР 05	для орошения	4,3	3,6	2,9						
	для удобрения	4,9	4,2	3,4						

Таблица 2. Соотношение количества побегов и массы сухих корней люцерно-клеверной травосмеси

Условия увлажнения	Агрофон	Количество побегов в последнем укосе по годам пользования, шт. на 1 м ² .			Масса воздушно-сухих корней на 1 побег, г		
		I г. п.	II г. п.	III г. п.	I г. п.	II г. п.	III г. п.
Естественное увлажнение /контроль/	1	377	272	263	1,85	2,64	2,43
	2	418	313	274	2,01	2,72	2,56
	3	445	308	306	2,07	3,15	2,18
Орошение 0,65 НВ	1	530	340	279	2,49	2,51	3,05
	2	597	366	326	2,60	2,67	3,02
	3	618	432	366	2,50	2,46	2,74
Орошение 0,8 НВ	1	566	376	297	2,40	2,86	3,38
	2	588	443	352	2,78	2,65	3,39
	3	623	418	365	2,74	3,00	3,23

Таблица 3. Соотношение между главной и периферической частями корневой системы люцерны и клевера

Агрофон	Годы пользования травостоем	Средняя масса корней 10 растений, г		В том числе главный корень и корни I порядка, г%		Корни II и последующих порядков, г%		Соотношение между главной и периферической частями корней	
		люцерна	клевер	люцерна	клевер	люцерна	клевер	люцерна	клевер
Р ₆₀ К ₉₀	1	211	337	181/85,9	264/78,2	30/14,1	73/21,8	6,0/1	3,8/1
	2	234	135	179/76,4	82/60,7	55/23,6	53/39,3	3,3/1	1,6/1
	3	221	—	164/74,1	—	57/25,9	—	2,9/1	—
Р ₁₀₀ К ₁₆₀	1	244	390	210/86,1	302/77,5	34/15,7	88/22,3	6,2/1	3,4/1
	2	264	187	204/77,3	115/61,5/	60/24,7	72/38,4	3,4/1	1,6/1
	3	251	—	191/75,9	—	60/21,5	—	3,2/1	—
Естественное увлажнение									
Орошение 0,8 НВ									
Р ₆₀ К ₉₀	1	375	586	318/84,8	418/71,3	62/15,2	128/28,7	5,2/1	3,3/1
	2	396	247	290/73,2	142/57,2	106/26,8	102/42,8	2,7/1	1,4/1
	3	382	—	267/69,9	—	115/30,1	—	2,3/1	—
Р ₁₀₀ К ₁₆₀	1	417	597	354/84,9	455/76,2	63/15,1	142/23,8	5,6/1	3,1/1
	2	468	254	348/74,4	144/56,7	120/25,6	110/43,3	2,9/1	1,3/1
	3	443	—	324/73,1	—	119/26,9	—	2,7/1	—

N₃₀P₁₀₀K₁₆₀. В контроле во втором году пользования масса корней была 96,9, в третьем – 66,6 ц/га. Снижение составило 30,3 ц/га, или 31,3%.

В варианте с орошением 0,65 НВ масса корней соответственно снизилась с 106,2 до 100,2 ц/га, т.е. на 6 ц/га, а в варианте 0,80 НВ с 125,4 до 118,0 ц/га, т.е. на 7,4 ц/га.

Замечено, что внесение азота в указанной норме положительно влияет на развитие корней у относительно молодых растений. К третьему году пользования существенного увеличения корневой массы по сравнению с безазотным фоном не выявлено.

Изучение соотношения корней к надземной массе показывает, что оно складывается в пользу корневой системы, составляя в разные годы по вариантам от 1,0 до 1,43. Наибольшая разница получена в первом году пользования травостоем: 1,18-1,43 в неорошаемом контроле, 1,13-1,40 и 1,0-1,24 соответственно в вариантах с двумя разными порогам предполивной влажности.

Важно отметить, что в условиях нашего опыта лобное улучшение условий питания и водообеспеченности уменьшает соотношение между массой корней и урожайностью надземной массы в пользу последней.

Сравнивая данные по урожайности надземной массы и по массе воздушно-сухих корней, с одной стороны, и уровнем агрофона, с другой, следует указать на существующую прямую связь между ними. В то же время на травостоях третьего года пользования снижение урожая надземной массы не обязательно коррелирует со снижением массы корней. Отсутствие четкой связи мы наблюдаем на двух фонах Р₆₀К₉₀ и Р₁₀₀К₁₆₀ в варианте с орошением 0,65 НВ и на фоне Р₁₀₀К₁₆₀ в варианте с орошением 0,8НВ.

При сопоставлении данных по плотности изучаемого травостоя с массой воздушно-сухих корней люцерны и клевера (табл.2) нами выявлено, что корнеобеспеченность травостоя, т.е. масса воздушно-сухих корней на 1 побег, на орошаемых вариантах увеличивается с возрастом. В неорошаемом контроле это увеличение происходит только от первого ко второму году пользования травостоем, а к третьему году снижается на всех фонах с минеральными удобрениями.

Эти данные имеют значение в объяснении причин большей устойчивости растений и урожайности травостоев при дополнительном увлажнении почвы по сравнению с естественным.

По фонам с удобрениями такой четкой связи не наблюдается.

Интересные закономерности формирования корней в пахотном слое прослеживаются при анализе отношения между главной и периферической частями корневой системы люцерны и сопутствующего компонента травосмеси – клевера лугового (табл.3).

Изучая среднюю массу корней 10 растений, нами выявлено, что на контроле при естественном увлажнении соотношение между главной и периферической частями корневой системы люцерны первого года пользования составило 6,0-6,2:1, у клевера 3,4-3,8:1. Иначе го-

вора, в отличие от клевера, у люцерны в молодом возрасте разветвленность корней выражена гораздо слабее, активнее идёт рост главного корня, а также корней первого порядка. Естественно, что мобилизацию элементов питания более энергично осуществляют растения клевера. Поэтому и удельный вес его в травостоях первого года находится на более высоком уровне, что рассматривалось нами в предыдущих работах.

По мере старения травостоя соотношение между главной и периферической частями корневой системы у люцерны сдвигается в пользу последней и составляет 2,9-3,4:1 (во второй и третий годы пользования травостоем).

В условиях орошения доля мелких и средних корней второго и последующих порядков несколько выше, чем при естественном увлажнении, поэтому и соотношение составляет у травостоев первого года 5,2-5,6:1, а в последующие годы 2,3-2,9:1.

Улучшение обеспеченности элементами питания на фоне $P_{100}K_{160}$ по сравнению с вариантом $P_{60}K_{90}$ не увеличивало долю мелких корней у люцерны, а наоборот, приводило к усилению роста главного корня и смещению соотношения между периферической и главной частями корневой системы в пользу последней.

Эти данные показывают, что при выращивании люцерны на дерново-подзолистых почвах проникновение главного корня глубоко в подпахотные слои сдерживается наличием подзолистого горизонта. Корни начинают распространяться более в горизонтальной плоскости, чем в вертикальной и приобретают характер корневой системы клевера. Эта особенность люцерны биологического характера во многом объясняет худшую её устойчивость в посевах по сравнению с выращиванием на дерново-карбонатных или чернозёмных почвах.

Изучая распространение корней люцерны и клевера по слоям дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы

в опыте, проведенном в 1985-1988 гг., в зависимости от интенсивности скашивания на корм, получены следующие результаты (табл.4).

Из данных таблицы следует, что основная масса корней как люцерны, так и клевера сосредотачивается в пахотном слое 0-20 см. В подпахотном слое 20-40 см сосредотачивается 16-24% корней люцерны и 7-19% клевера от их массы в слое 0-40 см. При этом двухукосное использование травостоя в фазу цветения по сравнению с более интенсивным четырёхукосным в фазу ветвления приводит к повышению содержания корней в подпахотном горизонте. Особенно заметно это проявляется в третий год жизни растений. Доля корней люцерны в слое 0-20 см при двухукосном использовании составила 72%, а при четырёхукосном 79%. У клевера соответственно 81 и 93%.

Интенсивное четырёхукосное использование люцерны приводит к тому, что по сравнению с умеренным двухукосным снижается масса главного корня, повышается доля мелких корней второго и последующих порядков, а также уменьшается диаметр корня у корневой шейки (табл.5).

Сравнивая эти данные с урожайностью зелёной массы, видно, что при четырёхукосном использовании получено достоверное его снижение по сравнению с двух- и трёхукосным использованием. Снижение урожая коррелирует с массой главного корня и корней первого порядка, а также с диаметром корня у корневой шейки.

Следствием ослабления корневой системы является снижение массы корней в горизонте 0-40 см с 54,9 до 36,4 ц/га. Следует подчеркнуть, что особенно отрицательное действие на развитие корневой системы оказало интенсивное использование травостоя в первый и второй годы пользования.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

Таблица 4. Распространение корней люцерны и клевера по слоям почвы

Режим скашивания	Годы жизни растений	Масса воздушно-сухих корней, 0-40 см, ц/га	В том числе по слоям почвы, см		
			0-10, %	10-20, %	20-40, %
Двухукосный	2-й	50,4	48/57	33/29	19/14
	3-й	54,9	34/46	38/35	27/19
Трёхукосный	2-й	45,9	47/54	34/33	19/13
	3-й	47,7	39/48	37/36	24/16
Четырёхукосный	2-й	40,3	52/49	32/39	16/13
	3-й	40,6	43/48	36/45	21/7

Примечание: в числителе – процент корней люцерны, в знаменателе – клевера.

Таблица 5. Развитие корневой системы и урожайность надземной массы люцерны и клевера третьего года

Режим скашивания	Соотношение между главной и периферической частями корневой системы, г/1 раст.		Диаметр корня у корневой шейки, мм		Урожайность зелёной массы, кг/кв.м	
	люцерна	клевер	люцерна	клевер	люцерна	клевер
Двухукосный	20,0/7,8	13,1/7,2	34	37	3,25	
Трёхукосный	17,8/7,6	7,7/4,6	33	36	3,03	
Четырёхукосный	15,9/7,2	6,2/4,6	27	33	2,80	
				НСР ₀₅	0,18	

1. Урожайность люцерны и клевера в совместных посевах и масса воздушно-сухих корней коррелируют с уровнем создаваемого внесением NPK-удобрений агрофона. При этом фосфорно-калийные удобрения стимулируют развитие корневых систем изучаемых трав во все годы пользования травостоем. Даже травостой люцерны третьего года пользования (четвёртого года жизни) на фоне $P_{100}K_{160}$ по сравнению с фоном $P_{60}K_{90}$ имели большую массу корней.

2. Внесение азота в норме N_{30} положительно влияет на развитие корней в основном в первый и второй годы пользования травостоем. К третьему году масса корней от внесения N_{30} не увеличивается, а норма N_{90} во все годы снижает ее.

3. Орошение бобовых трав положительно сказывается на развитии корневой системы, увеличивая её массу на 58,4 ц/га, что составляет 77%. Оно способствует развитию более мелких корней и их доля в общей массе корней возрастает по сравнению с неорошаемым вариантом.

4. Любое улучшение условий питания и водобеспечения уменьшает соотношение между массой корней и урожаем надземной массы в пользу последней, что подтверждает выводы некоторых авторов, рассмотренные в кратком аналитическом обзоре настоящей работы.

5. Улучшение обеспеченности элементами питания люцерны приводит к усилению роста главного корня и смещению соотношения между периферической и главной частями корневой системы в сторону последней.

У клевера в отличие от люцерны более активно развиваются корни второго и последующих порядков и поэтому это соотношение увеличивается в сторону повышения удельного веса мелких корней.

6. Интенсивное четырёхкосное использование лю-

церны приводит к снижению массы главного корня, повышению доли мелких корней, а также уменьшению диаметра корня у корневой шейки, что следует рассматривать как ослабление корневой системы. В результате урожайность надземной массы по сравнению с умеренным двухкосным использованием снижается на 14%.

Литература

1. Тоомре Р., Рааве Л. О массе корней луговых растений на сенокосах и пастбищах // Луговое хозяйство: Сб. научн. тр. Эстонского НИИ земледелия и мелиорации. — Таллинн, 1974. — Вып. 23. — С. 67—79.
2. Olofson S. Rotmängd och markegenkaper i mangariga betesvallar // Qrundförbatrig — 1963. — №1. — С. 27—60.
3. Qarwood W. Some effects of soil water conditions and soil temperature on the roots of grasses // Brit. Grassland Soc. — 1967. — № 3. — С. 176—181.
4. Иваноз Д.А., Иванова М.В. Эффективность азотных удобрений на пастбищах // Удобрение пастбищ азотом. — М., 1969. — 97 с.
5. Troughton A. The root weight under swards of equal in successive year. // Empire J. Exptl. Agric. — 1963. — N 123. — С. 274—281.
6. Malguori A. Engreis chimigues en interactions des elements nutritifs. // Congress mondial des fertilizants Zurich. 1965.
7. Прозорова М.М. Влияние удобрений на общий запас органического вещества и соотношение надземных и подземных органов луговых фитоценозов. // Растительные ресурсы. — 1967. — № 2. — С. 212—217.
8. Кыргас А. О теоретических основах возделывания люцерны на кислых почвах. // Луговое хозяйство: Сб. научн. тр. Эстонского НИИ земледелия и мелиорации. — Таллинн, 1974. — Вып. 23. — С. 63—79.
9. Устименко А.С. и др. Корневые системы и продуктивность сельскохозяйственных растений. — Киев, 1975. — 368 с.
10. Снеговой В.С., Вавоз В.М. Продуктивность люцерны в агрофитодендрозе. — Кишинёв, 1989. — 193 с.
11. Van Piper G., Owen F. Effect of Gutting Height on Alfalfa and Two Grasses as Related to Production // Persistence and Available Soil Moisture. — Agron. J. — 1964. Vol. 56. 3. — P. 291—295.