

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ И МИНЕРАЛЬНОМУ ПИТАНИЮ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Ключевые слова: люцерна, продуктивность, фотосинтетическая активная радиация, теплообеспеченность, накопление сухой биомассы, выход сухого вещества на 1000°С суммы среднесуточных температур, урожайность.

Введение

Люцерна относится к роду *Medicago*, который включает более 50 видов различных люцерн. Однако в производстве распространены в основном два вида: люцерна синяя посевная и желтая, или серповидная, а также гибриды между этими видами. Люцерна синяя более ценная по урожайности и качеству сена, чем желтая, но она более влаголюбива, менее зимостойка и для своего произрастания нуждается в рыхлых почвах, богатых кальцием и фосфором.

Люцерна – теплолюбивое и в то же время холодостойкое растение. От начала отрастания до цветения в условиях Западной Сибири требует в среднем 800-850°С. Для получения семян сумма потребного тепла повышается до 1200°С.

К почвам люцерна не особенно требовательна, однако лучшие для неё почвы, богатые известью черноземы, худшие – кислые подзолы. Замечено, что в кислой почве при рН ниже 5,0-4,5 клубеньковые бактерии люцерны прекращают свою жизнедеятельность [1].

Одной из важных биологических особенностей люцерны является высокая отзывчивость на улучшение водного режима почвы. На образование 1 т сухой массы в условиях Западной Сибири, по данным Н.М. Савельева (1951), люцерна расходует воды в 3-4 раза больше, чем пшеница, рожь, ячмень. Наибольшая потребность люцерны в воде проявляется в период максимального нарастания травостоя и цветения, в последующие периоды роста и развития она сокращает расходование почвенной влаги.

Люцерна после полива начинает быстро расти и на 10-12 дней раньше зацветает, поэтому раньше наступает время скашивания. Травостой на поливных участках в 2-3 раза гуще, и при достаточном количестве влаги от корневой шейки отрастают 15-45 побегов вместо 12-25, которые быстро развиваются и дают густой и выровненный высокорослый травостой. Это особенно важно при выращивании люцерны на сено в условиях Сибири.

Люцерна способна усваивать с помощью клубеньковых бактерий, поселяющихся на её корнях, азот воздуха, и как только растения окрепнут и на их корнях разовьются клубеньки бактерий, снабжение её минеральным азотом следует прекращать, чтобы не допустить необоснованного расхода удобрений и не подавлять развитие на корнях клубеньковых бактерий. Также нецелесообразно вносить азотные удобрения на почвах со значительным содержанием гумуса (4-6% и более) в пахотном слое [2].

Потенциальная способность бобовых в накоплении азота при сочетании ряда оптимальных факторов может достигать 140 кг/га и более за сезон.

Положительное влияние бобовых сказывается не только на повышении урожайности надземной массы и доли азота в ней, но и на увеличении содержания его в корнях. На 4-6-й годы пользования в пахотном слое накапливается до 11,6-13,7 т/га сухой массы корней и пожнивных остатков, содержащих 219-273 кг/га азота. Эта растительная масса благодаря усилению минерализации в результате распашки дернины служит источником обогащения почвы азотом и гумусом.

Результаты исследований

В лесостепной зоне Приобского плато, более увлажненной и холодной, на посевах поступает меньшее количество солнечной радиации, по сравнению с Центральной Кулундой. Поэтому потенциальная продуктивность сельскохозяйственных культур, обеспеченная ресурсами ФАР в лесостепной зоне Западной Сибири, заметно ниже, и роль орошения, в силу удовлетворительной обеспеченности годовыми и вегетационными осадками, может быть не столь велика в сравнении с его высокой эффективностью в степных районах. Тем не менее в условиях Алтая в лесостепной зоне отмечается достаточно высокий уровень поступления прямой солнечной радиации, не уступающей в отдельные месяцы уровню ее поступления в степной зоне. Что касается фотосинтетически активной радиации, то в степной зоне заметно превышение прихода ее на посевах во все периоды роста и развития культуры.

Поступление прямой, рассеянной, суммарной, фотосинтетически активной радиа-

ции и радиационного баланса в лесостепной зоне Приобского плато приведено в таблице 1.

Для данной зоны характерным является заметное превышение прямой радиации над рассеянной. Доля ее за пять месяцев вегетационного периода по отношению к суммарной составляет 68%, в то время как рассеянной – 32%.

Продуктивность сельскохозяйственных культур зависит от поглощенной энергии, идущей на фотосинтез. Количество поглощенной энергии посевами выражается через коэффициент полезного действия фотосинтетически активной радиации (КПД ФАР). Теоретически коэффициенты могут быть равны 20-25%, в то время как растения обычно в посевах используют ее с коэффициентами 2-3, и в лучших случаях, в период активного роста, – 8-10% [3].

В таблице 2 приведено возможное накопление абсолютно сухой биомассы люцерны в зависимости от коэффициента использования ФАР, при длине вегетационного периода 120 дней (с 15 мая по 15 сентября) в условиях лесостепной зоны Приобского плато.

В условиях лесостепи Приобья наиболее высокие темпы накопления биомассы, обусловленные приходом ФАР, наблюдаются в июне и июле, когда формируется до 57% всего урожая люцерны. В мае, августе и сентябре возможное накопление биомассы составляет, соответственно, 22, 13 и 8%. Июнь и июль можно считать наиболее ответственным периодом вегетации в условиях Сибири, который определяет уровень продуктивности культуры.

Рост урожайности люцерны может быть ограничен продолжительностью вегетационного периода, связанного с суммой биологических температур. Люцерна может давать в зависимости от этого периода от одного до шести-семи укосов и, соответственно, возможная урожайность ее определяется количеством сформированных полноценных укосов и сбором в каждом укосе продукции.

Возможная урожайность по уровню теплообеспеченности природной зоны определялась с использованием уравнения: $У = a \cdot \sum T / 1000^{\circ}\text{C}$. В зависимости от поступления тепла на посевы и планируемого выхода сухого вещества в расчете на 1000°C в условиях лесостепной зоны Алтайского края может формироваться 8-10 т/га сена люцерны (табл. 3).

Анализ расчетных уровней продуктивности люцерны, обеспеченных приходом ФАР и суммами среднесуточных температур, показывает, что у сортов, имеющих невысокие темпы накопления сухой биомассы, до 4 т/га в расчете на 1000°C сумм температур, возможное аккумулирование солнечной энергии в урожае ограничивается коэффициентами использования ФАР в пределах 1,13%. При более высоком выходе сухого вещества 5 т/га, коэффициент повышается до 1,42%, при 6 т/га – до 1,7%. Таким образом, в условиях Сибири теплообеспеченность вегетационного периода заметно снижает потенциальную урожайность люцерны, которая может быть обеспечена ресурсами поступающей на посевы солнечной радиации.

Таблица 1

Поступление солнечной радиации за теплый период, кДж/см²
(ГМС, Барнаул, среднее за 1984-1989 гг.)

Показатель	Месяцы					Сумма V-IX
	V	VI	VII	VIII	IX	
Прямая радиация	43,16	49,32	44,50	37,21	23,92	198,10
Рассеянная радиация	18,81	20,95	22,38	18,31	12,53	92,98
Суммарная радиация	61,47	70,18	66,95	55,60	36,58	291,65
Фотосинтетически активная радиация	29,29	33,10	31,93	26,44	17,89	138,65
Радиационный баланс	39,09	46,93	46,43	35,57	19,82	187,84

Таблица 2

Накопление абсолютно сухой биомассы люцерны, обеспеченное приходом ФАР при разных коэффициентах ее использования, т/га

КПД ФАР, %	Приход ФАР по месяцам, кДж/см ²					Сумма за вегетацию
	V	VI	VII	VIII	IX	
	29,29	33,10	31,93	26,44	17,89	138,65
0,5	0,37	0,83	0,81	0,65	0,24	2,90
1,0	0,74	1,66	1,63	1,30	0,48	5,80
1,5	1,11	2,49	2,44	1,95	0,72	8,70
2,0	1,48	3,32	3,26	2,60	0,96	11,60
2,5	1,85	4,15	4,07	3,25	1,20	14,50
3,0	2,22	4,98	4,89	3,90	1,44	17,40

Динамика накопления сухой биомассы люцерны в зависимости от выхода сухого вещества на 1000°С

Выход сухого вещества на 1000 °С	V	VI	VII	VIII	IX	Сумма за вегетацию	
						сена	абсолютно сухого вещества
4,0	0,76	1,94	2,35	2,06	0,72	7,82	6,57
5,0	0,95	2,43	2,94	2,57	0,91	9,78	8,22
6,0	1,13	2,91	3,52	3,08	1,09	11,74	9,86

Наблюдения за динамикой влажности почвы в условиях Приобья в течение трех лет показали, что на пойменных землях в начальный период роста люцерны характерна высокая степень увлажнения, близкая к величине наименьшей влагоемкости. Затем по мере роста растений на фонах с высоким уровнем минерального питания расход влаги в фазу бутонизации возрастает. В это время влажность почвы снижается до 75-80% НВ и в условиях орошения приводит к необходимости проведения первого вегетационного полива. Снижение уровня предполивной влажности почвы до 75% НВ обычно наблюдается в конце первой декады или в середине июня, во время бутонизации люцерны, а в отдельные годы – в конце июня, перед укосом, в фазу начала цветения. Второй полив у люцерны второго года жизни проводится в конце июня, перед укосом или во второй межкукосный период в фазу ветвления. Таким образом, в условиях хороших весенних влагозапасов, что характерно для пойменных земель лесостепи, вегетационные поливы приходятся на июнь и июль, в периоды наибольшего водопотребления культуры, когда в значительной мере повышаются среднесуточные температуры воздуха.

Урожайность люцерны зависит не только от характера увлажнения почвы, но и от теплообеспеченности вегетационного периода. Количество возможных укосов может быть определено по затратам тепла и по продолжительности формирования одного укоса. Наблюдения показали, что на формирование одного укоса люцерне требуется до 62-66 дней при сумме среднесуточных температур за этот период 947°С. На формирование второго укоса затрачива-

ется 53-57 дней с суммой температур 983°С (табл. 4).

Эти данные можно использовать для расчета возможной урожайности культуры в лесостепной зоне Западной Сибири на любой по теплообеспеченности год, если определена средняя урожайность одного укоса люцерны при оптимальном водном и пищевом режиме. Расчет производится по уравнению:

$$Y_t = Y_{\text{укоса}} \cdot \sum T / \sum t_{\text{укоса}}$$

где Y_t – возможная урожайность люцерны по теплообеспеченности, т/га;

$Y_{\text{укоса}}$ – средняя за вегетацию урожайность одного укоса при оптимальных условиях, т/га;

$\sum T$ – сумма температур более 10°С за период вегетации на определенный год обеспеченности, °С;

$\sum t_{\text{укоса}}$ – сумма необходимых на формирование одного укоса среднесуточных температур воздуха, °С.

Расчеты показали, что в лесостепной зоне на пойменных землях возможный уровень урожайности за вегетацию при средней продуктивности укоса, равной 5,36 т/га и затратах на укос в пределах 978°С, в годы с высокой теплообеспеченностью (5%) составляет 11,51 т/га.

Распределение массы урожая по укосам и годам жизни показывает, что независимо от возраста травостоя люцерна формирует основную массу урожая под первый укос.

При выращивании люцерны на поливе значение первого укоса в общем урожае возрастает. Доля его за годы исследований при орошении составила 0,66-0,69, на неорошаемом фоне – 0,63-0,66.

Таблица 4

Продолжительность межкукосных периодов и сумма среднесуточных температур на укос

Год жизни	Число дней на укос		Сумма температур на укос, °С	
	1	2	1	3
Второй	62	57	996	968
Третий	62	58	923	981
Четвертый	66	53	1000	1001

Сочетание регулируемых факторов для получения планируемого урожая люцерны (среднее за 1984-1986 гг.)

Урожайность, т/га		Отклонение фактической от запланированной, %	Сочетание факторов	
запланированная	фактическая		предпосевная влажность почвы	дозы удобрений, кг д.в./га
5,0	5,42	8	без орошения	без удобрений
7,0	6,42	8	с орошением	без удобрений
	6,77	3	без орошения	P ₆₀ K ₂₀
	7,59	8	с орошением	P ₆₀ K ₂₀
	7,60	9	без орошения	P ₁₁₀ K ₇₀
10,0	8,63	14	с орошением	P ₁₁₀ K ₇₀
	10,71	7	с орошением	P ₁₁₀ K ₇₀

По мере повышения доз фосфорно-калийных удобрений уровень урожая первого укоса увеличивается по отношению ко второму. Меняется и соотношение первого укоса ко второму по годам жизни люцерны. На второй год жизни при естественном увлажнении урожайность первого укоса превышала второй в 1,5 раза, на третий год – в 1,8, на четвертый – в 2,4 раза, что свидетельствует о снижении роли второго укоса с возрастом люцерны.

Учитывая, что основная масса урожая формируется в условиях Сибири в первую половину вегетации, необходимо в это время более тщательно подходить к выполнению всех технологических операций по уходу за травостоем, которые позволяют оптимизировать водный и пищевой режимы растений, используя максимально энергетические ресурсы мая, июня и июля, когда одновременно с нарастанием биомассы увеличивается поступление на посевы люцерны света и тепла.

Сочетание регулируемых факторов в опыте с люцерной предусматривает изменение влажности почвы, доз вносимых удобрений при получении планируемых урожаев (табл. 5).

Полученные в условиях Приобья Алтая экспериментальные данные по уровню продуктивности люцерны показывают, что урожайность в пределах 5 т/га сена формируется здесь при естественном увлажнении без внесения минеральных удобрений. Сбор сена до 6-7 т/га обеспечивается при режиме орошения 75-80% НВ без внесения удобрений, а без орошения можно получить такую урожайность на фоне умеренного минерального питания (P₆₀K₂₀).

Более высокий уровень урожайности до 7-8 т/га формируется при орошении с внесением небольших доз минеральных удобрений P₆₀K₂₀ кг д.в./га или без орошения при более высоком уровне минерального питания P₁₁₀₋₁₄₀K₇₀₋₁₀₀ кг.

Получить урожайность в пределах 9-10 т/га на пойменных землях можно только при орошении с уровнем предполивной влажности почвы не ниже 75-80% НВ на фоне внесения фосфорно-калийных удобрений в дозах P₁₁₀₋₁₄₀K₇₀₋₁₀₀ кг д.в./га.

На четвертый год жизни при усилении процессов изреживания люцерны эффективность фосфорно-калийных удобрений и полного минерального удобрения была различной и это изменило характер взаимодействия регулируемых факторов, что отразилось на продуктивности культуры.

Урожайность в пределах 9-10 т/га была получена при внесении азотных удобрений на фоне фосфорно-калийного питания в дозах, достигающих уровня N₉₀₋₁₂₀ кг д.в./га.

Заключение

Сочетание регулируемых факторов, связанных с поступлением солнечной радиации, теплообеспеченности вегетационного периода, наличием влаги от осадков и поливов, позволяет получить урожайность сена люцерны в лесостепной зоне Алтайского края в пределах 10-11 т/га.

В богарных условиях люцерны на удобрительных фонах обеспечивает сбор сена в пределах 7-8 т/га. Без внесения удобрений в первые 3 года средняя урожайность находится в пределах 5,5 т/га.

Таким образом, интенсификация технологии выращивания люцерны дает возможность удвоения продуктивности люцерны в Алтайском Приобье.

Библиографический список

1. Снеговой В.С., Важов В.М. Продуктивность люцерны в агроценозе. – Кишинев: Штиинца, 1989. – 194 с.
2. Тарковский М.И., Константинова А.М., Гладких М.Ф., Миняева О.М., Ростовцева Е.И. Люцерны. – М.: Колос, 1974. – 240 с.
3. Ничипорович А.А., Строгонова Л.Е., Чмора С.И., Власова М.П., Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 6-52.