

## Активность фотосинтеза и симбиотическая деятельность посевов сои, гороха и вики в зависимости от применения микроэлементов

*Х.А. Хамоков, д.с.-х.н., профессор, Э.Х. Хамоков, студент, ФГБОУ ВПО Кабардино-Балкарский ГАУ*

Одним из критериев степени обеспеченности растений микроэлементами является их содержание в почве в подвижной форме, которые в какой-то степени определяют их доступность для растений.

Восстановлению азота в растениях, увеличению активности хлорофилла и количества витаминов в тканях растений способствует молибден. Наиболее распространённым способом применения молибдена является обработка семян солями этого элемента.

В растениях молибден локализуется в молодых, растущих органах. Листья содержат его больше, чем стебли и корни. Обработка семян перед посевом молибденово-кислым аммонием обеспечивает формирование большего количества клубеньков с наибольшей массой, чем естественное содержание их в почве.

Необходимым микроэлементом для зерновых бобовых культур является бор. Растениям он не-

обходим в течение всего периода роста и развития. Бор не может реутилизироваться в растениях, поэтому при его недостатке особенно страдают молодые, растущие органы. Как и молибден, бор положительно влияет на величину симбиотического аппарата, внесение его в почву обеспечивает повышение массы клубеньков в 1,3 раза [1, 2].

В отсутствие бора клубеньки не фиксируют азот воздуха. Причиной этого является слабое развитие сосудисто-проводящей системы и непоступление углеводов в клубеньки. На снижение активности бора влияет известкование почвы, в результате чего такие почвы требуют внесения борных удобрений. В то же время известкование увеличивает подвижность молибдена, входящего в состав нитрогеназы, катализирующего фиксацию азота воздуха.

Формированию большего симбиотического аппарата сои, гороха и вики способствует совместное применение В и Мо. Молибден можно назвать микроэлементом азотного обмена растений, т.к. он входит в состав нитрогеназы – фермента, осу-

ществляющего участие в процессе биологической фиксации молекулярного азота, связывания азота атмосферы. Особое значение для роста и развития бобовых культур молибдена объясняется его участием в фиксации молекулярного азота.

**Материал и методы исследования.** С целью выявления влияния микроэлементов на симбиотическую и фотосинтетическую деятельность зерновых бобовых культур, в частности сои, гороха и вики, нами были проведены полевые опыты в условиях степной и предгорной зон Кабардино-Балкарской Республики в 2009–2013 гг. Годы исследований разбили на две группы – засушливые (2010, 2012 гг.) и влагообеспеченные (2009, 2011, 2013 гг.). По полученным данным нами были выведены средние значения.

В степной зоне почва опытных участков – чернозём обыкновенный, с содержанием гумуса 3,5–4,0%, гидролизующего азота – 150–160 мг, подвижного фосфора – 130–150 мг, обменного калия – 200–220 мг на 1 кг почвы, рН – 6,5–6,7, влажность почвы в пределах 48–80% НВ.

Степная зона характеризуется недостаточным увлажнением. Осадки выпадают неравномерно и не обеспечивают оптимального водного режима для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Среднегодовая относительная влажность воздуха в данной зоне составляет 56–80%. Понижение относительной влажности воздуха обычно сопровождается повышением температуры воздуха и восточными ветрами (суховеями).

В предгорной зоне почва опытного участка – чернозём выщелоченный. Содержание гумуса – 4–5%, азота гидролизующего – 168–170 мг, подвижного фосфора – 140–190 мг, обменного калия – 130–135 мг на 1 кг почвы, рН – 6,8–6,9.

Начало вегетационного периода наблюдается в 3-й декаде марта – 1-й декаде апреля. Продолжительность безморозного периода – 180–200 дн. Самый холодный месяц – январь, его средняя температура составляет 2,5°C, абсолютный минимум – до 20–30°C. Самый жаркий месяц – июль. Средняя температура составляет 20–23°C, а максимальная может достигать 36–42°C.

Несмотря на достаточное количество осадков, эта зона характеризуется значительной неустойчивостью по этому показателю по годам.

В обеих климатических зонах семена сои, гороха и вики перед посевом были инокулированы Ризоторфином [2].

**Результаты исследования.** При проведении полевых опытов нами было изучено влияние микроэлементов на фиксацию атмосферного азота и фотосинтетическую деятельность зерновых бобовых культур по годам [3]. Результаты опытов приведены в таблицах 1 и 2.

В степной зоне (табл. 1) при совместном применении молибдена и бора масса активных клубеньков на посевах сои составила 60 кг/га, тогда как на контроле – 45 кг/га. Доля фиксированного азота воздуха на контроле составляла 43%, при применении Мо – 47%, В – 48%, при совместном применении Мо и В – 50%. Площадь листовой поверхности на контроле равнялась 32,3 тыс. м<sup>2</sup>/га, при применении В – 33,5 тыс. м<sup>2</sup>/га, при совместном внесении Мо и В – 33,9 тыс. м<sup>2</sup>/га. Накопление сухой массы при совместном применении Мо и В также было наибольшим – 57,4 ц/га, на контроле – 54,1 ц/га.

У гороха масса активных клубеньков на контроле составила 41 кг/га, при внесении Мо в дозе 47 кг/га, В – 50 кг/га, при совместном внесении Мо и В – 52 кг/га. Совместное применение Мо и

1. Доля фиксированного азота воздуха и фотосинтетическая деятельность зерновых бобовых культур в зависимости от применения микроэлементов (степная зона)

Показатель	Семена инокулированы Ризоторфином			
	контроль	Мо	В	Мо + В
<b>Соя</b>				
Масса активных клубеньков, кг/га	45	54	57	60
Фиксированный азот воздуха, кг/га	42	46	51	54
Доля фиксированного азота, %	43	47	48	50
Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	32,3	30,1	33,5	33,9
Накопление сухой массы, ц/га	54,1	55,8	56,5	57,4
<b>Горох</b>				
Масса активных клубеньков, кг/га	41	47	50	52
Фиксированный азот воздуха, кг/га	36	40	43	47
Доля фиксированного азота, %	41	45	47	49
Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	30,4	29,2	33,3	33,6
Накопление сухой массы, ц/га	48,5	47,1	52,1	53,0
<b>Вика</b>				
Масса активных клубеньков, кг/га	40	45	47	49
Фиксированный азот воздуха, кг/га	36	39	42	45
Доля фиксированного азота, %	38	41	43	46
Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	29,8	31,6	32,8	33,3
Накопление сухой массы, ц/га	37,8	49,3	50,9	51,6

## 2. Доля фиксированного азота воздуха и фотосинтетическая деятельность зерновых бобовых культур в зависимости от применения микроэлементов (предгорная зона)

Показатель	Семена инокулированы Ризоторфином			
	контроль	Mo	B	Mo + B
Соя				
Масса активных клубеньков, кг/га	52	61	64	67
Фиксированный азот воздуха, кг/га	49	53	58	61
Доля фиксированного азота, %	50	54	53	57
Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	33,0	37,1	37,2	34,6
Накопление сухой массы, ц/га	54,8	56,5	57,2	58,1
Горох				
Масса активных клубеньков, кг/га	48	53	57	59
Фиксированный азот воздуха, кг/га	43	46	50	53
Доля фиксированного азота, %	48	52	53	56
Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	31,1	36,2	34,0	34,3
Накопление сухой массы, ц/га	49,2	54,1	52,8	53,7
Вика				
Масса активных клубеньков, кг/га	47	52	54	56
Фиксированный азот воздуха, кг/га	43	46	49	52
Доля фиксированного азота, %	45	48	50	53
Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	30,5	32,3	33,5	34,0
Накопление сухой массы, ц/га	48,5	50,0	51,6	52,3

В увеличило также количество фиксированного азота воздуха до 47 кг/га (при 36 кг/га – на контроле). Площадь листовой поверхности на контроле равнялась 30,4 тыс. м<sup>2</sup>/га. Совместное внесение Mo и B под горох оказало положительное влияние и на ростовые процессы. В частности, площадь листовой поверхности увеличилась с 30,4 до 33,6 тыс. м<sup>2</sup>/га, накопление сухой массы – с 48,5 до 53,0 ц/га.

Аналогичная закономерность отзывчивости растений на применение микроэлементов обнаружена и у вики: в контроле – 40 кг/га, против – 49 кг/га [4]. Совместное применение микроэлементов увеличило долю фиксированного азота на 8%, площадь листовой поверхности – с 29,8 до 33,3 тыс. м<sup>2</sup>/га, накопление сухой массы – с 37,8 до 51,6 ц/га.

Лучшие показатели по азотфиксации и фотосинтетической деятельности исследуемых культур были отмечены в предгорной зоне.

В годы с лучшей влагообеспеченностью (табл. 2) масса активных клубеньков у сои составила 52 кг/га (на контроле), применение Mo и B обеспечило получение 67 кг/га, количество фиксированного азота воздуха составило соответственно – 49 и 61 кг/га, накопление сухой массы – 54,8 и 58,1 ц/га.

Горох сформировал массу активных клубеньков при совместном использовании Mo и B 59 кг/га (на контроле – 48 кг/га), фиксированный азот воздуха увеличился с 43 до 53 кг/га, совместное применение Mo + B позволило увеличить площадь листовой поверхности на 3,2 тыс. м<sup>2</sup>/га по сравнению с контролем, накопление сухой массы – на 4,5 ц/га.

Вика сформировала массу активных клубеньков 47 кг/га (в контроле), совместное применение Mo и B повысило этот показатель до 56 кг/га, доля

фиксированного азота воздуха возросла на 8% по сравнению с контролем, площадь листовой поверхности увеличилась с 30,5 до 34,0 тыс. м<sup>2</sup>/га, накопление сухой массы – с 48,5 до 52,3 ц/га.

**Выводы.** Таким образом, результаты исследования показали, что применение микроэлементов, особенно в начальных фазах роста и развития растений, увеличивает количество фиксированного азота воздуха на 20–25% относительно контроля; соответственно повышается и доля фиксированного азота воздуха от общего потребления растениями.

Формирование ассимиляционной поверхности растений и её величина также зависят от применения микроэлементов. В фазах образования бобов и налива семян существенно увеличивается разница показателей площади листовой поверхности между контролем и вариантами с применением Mo и B. У всех исследуемых культур площадь листьев возрасла на 8–10%.

Исследования показали, что начальные темпы прироста сухого вещества относительно невелики. Более заметные различия в динамике его прироста отмечены с фазы цветения. Микроэлементы способствовали повышению показателей сухой массы на 10–14%, в особенности при их совместном применении.

### Литература

1. Жизневская Г.Я. Медь, молибден, железо в азотном обмене бобовых растений: пособие: М., 1972.
2. Каппушев А.У. Эффективность инокуляции семян сои, выращиваемой на выщелоченных чернозёмах Ставропольского края // Бюллетень ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. 1981. № 34. С. 36–39.
3. Клишаре А.Я. Влияние бора и молибдена на эффективность симбиоза клубеньковых бактерий на горохе // Труды Института микробиологии ЛССР. 1963. Вып. 18. С. 17–30.
4. Хамоков Х., Хахова А. Зависимость урожая яровой вики от влагообеспеченности, элементов питания и зоны возделывания // Зерновое хозяйство. 2004. № 5. С. 7–8.