

Показатели величины фотосинтетического аппарата и активности симбиотической деятельности сои, гороха и вики в зависимости от количества вносимых удобрений

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

Минеральное питание растений является одним из ключевых биологических процессов, который влияет на продуктивность растений и обеспечивает их жизнеспособность [1].

Большинство пахотных земель центральных регионов Северного Кавказа, если ориентироваться по общепринятой шкале предельных величин обеспеченности почв фосфором, имеет низкое содержание P_2O_5 , определяемого по методу Мачигина. Это, в свою очередь, предполагает высокую отзывчивость растений на внесение фосфорных удобрений.

Положительное влияние фосфора на активность клубеньковых бактерий позволяет отказаться от инокуляции семян при условии использования правильных агротехнических приёмов. Это относится к тем случаям, когда в почве имеются активные клубеньковые бактерии.

Бобовые культуры выносят из почвы с урожаем значительно больше калия, чем другие сельскохозяйственные культуры. Поэтому вполне понятно, что при использовании калийных, и особенно фосфорно-калийных, удобрений продуктивность азотонакопления бобовыми растениями существенно возрастает. Калий способствует передвижению углеводов из листьев в клубеньки, активизирует фотосинтез [2].

Объекты и методы исследования. Чтобы выяснить степень влияния минеральных удобрений на величину фотосинтетического аппарата и активность симбиотической деятельности посевов сои, гороха и вики, нами были проведены полевые опыты в условиях степной и предгорной зон Кабардино-Балкарской Республики в 2009–2013 гг. Годы исследований мы разбили на две группы – засушливые (2010, 2012) и влагообеспеченные (2009, 2011, 2013). По полученным данным нами были выведены средние значения.

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

Эта климатическая зона характеризуется недостаточным увлажнением. Осадки в критические периоды роста и развития растений выпадают неравномерно и не обеспечивают оптимального водного режима для получения высоких и устойчивых урожаев.

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

Продолжительность безморозного периода – 180–200 дней. Самый холодный месяц – январь, самый жаркий – июль. Средняя температура составляет 20–23°C, а максимальная может достигать 36–42°C.

При достаточном количестве осадков эта зона характеризуется значительной неустойчивостью по этому показателю по годам.

Учитывая потребность бобовых культур в фосфоре и калии, при изучении азотного питания сои, гороха и вики для растений был создан фон – $P_{60}K_{40}$ – с учётом содержания их в почве и выноса из почвы единицей урожая.

Результаты исследования. Проведённое исследование показало, что внесение в почву $P_{60}K_{40}$ положительно повлияло на формирование симбиотического аппарата [3] и его активность (табл.1).

В ходе исследований было выявлено, что дополнительное внесение фосфора и калия под сою, горох и вику приводит к фиксации большего количества азота воздуха, а его доля от общего потребления повышается в 1,2 раза. Наибольшее количество азота накапливалось в варианте $P_{60}K_{40}$, когда растения сформировали более развитую корневую систему и больший симбиотический аппарат, обеспечивший повышение общего количества азота за счёт фиксации атмосферного азота.

Продолжительность и активность симбиотического аппарата, масса клубеньков при внесении в почву фосфора и калия увеличиваются. Период активности симбиоза продлевается на 4–6 дней. Условия предгорной зоны в большей степени благоприятствуют увеличению активности симбиотической деятельности растений, чем условия степной зоны.

Интерес представляет также использование азота растениями в зависимости от содержания в почве фосфорно-калийных удобрений (табл. 2).

Данные исследований показывают, что (в степной зоне) накопление азота при внесении фосфорно-калийных удобрений возрастает на 21 кг/га, по сравнению с контролем у сои, на 18 кг/га – у гороха и на 17 кг/га – у вики. Количество фиксированного азота воздуха увеличивается на 18 кг/г у сои и соответственно на 35 и 21 кг/га – у гороха и вики. Также наблюдается увеличение усвоения азота почвы у всех культур.

1. Влияние фосфорно-калийных удобрений на симбиотическую деятельность посевов сои, гороха и вики (2009–2013 гг.).

Показатель	Соя		Горох		Вика	
	контр.	P ₆₀ K ₄₀	контр.	P ₆₀ K ₄₀	контр.	P ₆₀ K ₄₀
Степная зона						
Количество активных клубеньков, кг/га	71	83	45	60	69	78
Продолжит. симбиоза, дн.: общего	58	64	45	46	59	63
	56	60	41	42	56	52
Симбиотический показатель, кг/дней/га: общий	1493	1526	632	867	1485	1546
	1398	1435	595	815	1363	1438
Предгорная зона						
Количество активных клубеньков, кг/га	72	73	48	63	72	81
Продолжит. симбиоза, дн.: общего	63	69	49	51	62	66
	61	65	45	44	59	54
Симбиотический показатель, кг/дней/га: общий	1565	1600	684	899	1534	1594
	1503	1662	725	942	1586	1560

В предгорной зоне также наблюдается тенденция к увеличению количества накопленного и усвоенного азота почвы. Например, у сои накопление азота составляет 370 кг/га (в контрольном варианте – 350 кг/га), у гороха – 153 кг/га, у вики – 365 кг/га.

Интерес представляет также изучение влияния различных доз азотных удобрений на симбиотическую и фотосинтетическую деятельность и продуктивность сои, гороха и вики в зоне недостаточного увлажнения (степная зона).

2. Влияние фосфорно-калийных удобрений на использование азота почвы посевами сои, гороха и вики (2009–2013 гг.)

Показатель	Соя		Горох		Вика	
	контр.	P ₆₀ K ₄₀	контр.	P ₆₀ K ₄₀	контр.	P ₆₀ K ₄₀
Степная зона						
Накопление азота, кг/га	325	346	109	127	323	340
Фиксировано азота воздуха, кг/га	78	96	44	79	76	97
Доля фиксированного азота воздуха, %	48	54	46	52	47	53
Усвоено азота почвы, кг/га	148	172	65	48	151	175
Доля азота почвы в растениях, %	62	69	48	54	63	71
Предгорная зона						
Накопление азота, кг/га	350	370	134	153	348	365
Фиксировано азота воздуха, кг/га	88	105	54	89	86	107
Доля фиксированного азота воздуха, %	51	56	49	55	50	53
Усвоено азота почвы, кг/га	188	212	104	87	192	215
Доля азота почвы в растениях, %	65	72	51	57	66	69

Внесение в почву P₆₀K₄₀ способствует лучшему формированию и активности фотосинтетического и симбиотического аппаратов растений сои, гороха и вики. Внесение азотных удобрений снижает эти показатели, причём увеличение дозы приводит к ещё большему снижению показателей симбиотической активности растений.

Данные таблицы 3 показывают, что внесение минерального азота приводило к снижению массы активных клубеньков, к снижению количества фиксированного азота, уменьшению площади листовой поверхности и уменьшению накопления сухой массы. Например, у гороха масса активных клубеньков снижалась с 71 кг/га (на контроле) до 67 кг/га при внесении N₆₀, площадь листовой поверхности уменьшалась с 38,3 тыс. м²/га до 30,1. У вики накопление сухой массы уменьшилось с 57,3 ц/га до 51,3 ц/га.

При исследовании симбиотической и фотосинтетической деятельности посевов сои, гороха и вики установлено, что предпосевное внесение азота в норме 30 кг/га задерживает образование клубеньков на 5–6 дней. Соответственно снижается продолжительность активного симбиоза и величина активного симбиотического потенциала.

Исследования также показали, что увеличение дозы азотных удобрений снижает объёмы симбиотической фиксации азота воздуха [4] у всех изучаемых культур (табл. 4).

Доля фиксированного азота воздуха в урожае гороха снизилась в 2 раза при одновременном повышении общего потребления азота посевами гороха на 5–18 кг/га, или на 3–11%. В предгорной зоне (в более влагообеспеченные годы) растения полнее используют азот удобрений и доля его в урожае [5, 6] возрастает до 44–47%.

Использование азота из почвы в более засушливые годы (в особенности в степной зоне) больше, чем в условиях большей влагообеспеченности. Вместе с тем в более благоприятные по влагообеспеченности годы симбиотический потенциал оказался выше, чем при недостатке влаги.

3. Влияние различных доз азотных удобрений на формирование и активность симбиотического и фотосинтетического аппаратов сои, гороха и вики (2009–2013 гг.)

Показатель	Контроль	P ₆₀ K ₄₀ – фон	Фон + N ₃₀	Фон + N ₄₅	Фон + N ₆₀
Соя					
Масса активн. клубеньк., кг/га	71	74	70	69	67
АСП, кг/дней/га	1385	1365	1312	1289	1225
Фиксированный азот, кг/га	77,4	82,3	76,5	75,2	71,3
Доля фиксированного азота, %	46	48,5	43,6	36,7	32,2
S листовой поверхн., тыс. м ² /га	65,7	68,3	64,1	61,8	58,2
ЧПФ, г.м ² /сутки	5,5	6,0	5,3	5,2	5,0
Накопление сухой массы, ц/га	58,5	60,2	55,8	53,2	52,5
Горох					
Масса активн. клубеньк., кг/га	30	33	29	28	26
АСП, кг/дней/га	628	650	620	601	582
Фиксированный азот, кг/га	34,7	40,1	32,8	30,1	24,5
Доля фиксированного азота, %	38,8	41,3	30,1	20,8	18,9
S листовой поверхн., тыс. м ² /га	38,3	40,1	36,7	32,3	30,1
ЧПФ, г.м ² /сутки	4,5	4,8	3,8	3,0	2,1
Накопление сухой массы, ц/га	41,0	43,2	38,2	35,4	31,7
Вика					
Масса активн. клубеньк., кг/га	69	72	68	67	65
АСП, кг/дней/га	1363	1383	1335	1280	1220
Фиксированный азот, кг/га	76,3	81,1	73,2	70,3	65,3
Доля фиксированного азота, %	47,1	49,6	41,1	32,4	28,1
S листовой поверхн., тыс. м ² /га	63,2	65,3	61,5	60,5	57,6
ЧПФ, г.м ² /сутки	5,1	5,6	4,7	4,3	3,8
Накопление сухой массы, ц/га	57,3	59,4	54,5	53,2	51,3

4. Влияние доз азотных удобрений на использование азота почвы и удобрений посевами сои, гороха и вики в зависимости от влагообеспеченности (2009–2013 гг.)

Показатель	Степная зона			Предгорная зона		
	N ₀	N ₃₀	N ₆₀	N ₀	N ₃₀	N ₆₀
Соя						
Фиксиров. азот воздуха, кг/га	55,2	50,1	41,5	78	62,8	58,7
Доля фиксиров. азота, %	29,2	22,5	16,2	35,4	36,8	23,6
Доля азота почвы в урожае, %	82,6	67,2	81,3	72,3	55,2	61,3
Горох						
Фиксиров. азот воздуха, кг/га	34,3	28,8	18,7	38,7	34,8	28,5
Доля фиксиров. азота, %	35,9	23,7	17,2	49,7	36,5	20,6
Доля азота почвы в урожае, %	64,1	76,3	82,2	53,3	63,5	79,4
Вика						
Фиксиров. азот воздуха, кг/га	55,7	51,2	42,3	76,1	57,3	43,1
Доля фиксиров. азота, %	28,3	21,3	15,5	34,6	35,2	22,5
Доля азота почвы в урожае, %	81,5	68,5	80,1	71,8	54,6	70,3

Интенсивность азотфиксации азота воздуха по годам и периодам онтогенеза была различной. В 2010 и 2012 гг. наибольшее количество азота из воздуха было получено растениями в период цветения — налива семян, а в 2009, 2010 и 2013 гг. — в более поздний период. Наиболее благоприятные условия для азотфиксации складывались в первой половине вегетации, что оказало положительное влияние на раннее формирование и функционирование симбиотического аппарата.

Выводы. Таким образом, проведенные исследования показали, что при сравнении двух природно-климатических зон метеорологические

условия предгорной зоны при достаточной влагообеспеченности почвы, в отличие от степной зоны при недостатке влаги в почве, оказали положительное влияние на формирование и развитие симбиотического аппарата.

Дополнительное использование фосфора и калия под сою, горох и вику обеспечивает фиксирование большего количества азота воздуха, а его доля от общего потребления повышается в 1,2 раза. Наибольшее количество азота накапливается в варианте P₆₀K₄₀, когда растения формируют более развитую корневую систему и больший симбиотический аппарат, обеспечивший повышение общего

количества азота за счёт фиксации атмосферного азота.

Результаты исследований показали, что (в степной зоне) накопление азота при внесении фосфорно-калийных удобрений возрастает на 21 кг/га по сравнению с контролем у сои, на 18 кг/га — у гороха и на 17 кг/га — у вики. Количество фиксированного азота воздуха увеличивается на 18 кг/га у сои, и, соответственно, на 35 и 21 кг/га — у гороха и вики.

В предгорной зоне также наблюдается тенденция к увеличению количества накопленного и усвоенного азота почвы. Например, у сои накопление азота составляет 370 кг/га (в контрольном варианте — 350 кг/га), у гороха — 153 кг/га, у вики — 365 кг/га.

Использование минерального азота практически не оказывает положительного эффекта. Но следует отметить, что в более влагообеспеченные годы внесение в почву N_{30} способствовало формированию симбиотического аппарата почти до уровня лучшего варианта ($P_{60}K_{40}$). Однако в зоне недостаточного увлажнения (степная зона) дополнительное внесение в почву минерального азота, особенно в засушливые годы, отрицательно действует на величину симбиотического аппарата, что

свидетельствует об отсутствии необходимости его использования. Растения сами способны полностью обеспечить себя азотом за счёт фиксации атмосферного азота и использования почвенного азота. При этом симбиотрофный тип питания будет преобладающим. Активность симбиотического аппарата и его величина во многом также зависят от обеспеченности почвы влагой.

Литература

1. Гнетиева Л., Попцова Л. Условия минерального питания зернобобовых культур и эффективность применения удобрений в различных почвенно-климатических зонах страны // Технология производства зернобобовых культур. М.: «Колос», 1977. С. 75–82.
2. Гукова М.М., Богомолова Р.И. Влияние условий питания на рост и накопление азота кормовыми бобами в смешанном посеве с кукурузой // Доклады АН СССР. 1963. № 3. С. 725–727.
3. Хамоков Х.А. Потребление азота, фосфора и калия посевами гороха, содержание и сбор белка с урожаем при использовании азотных удобрений // Материалы научной конференции. Ставрополь, 2001. С. 51–52.
4. Жуков М.С. Влияние азотных удобрений на урожай зернобобовых культур и фиксацию ими атмосферного азота // Сборник научных трудов ВНИИЗБ и КК. Орёл, 1972. С. 312–320.
5. Хамоков Х., Князев Б. Влияние влажности почвы на элементы продуктивности и урожай зерна гороха // Зерновые культуры. 2001. № 2 (5).
6. Медяников Н.В. Биологическое обоснование возделывания сои на предкавказских выщелоченных чернозёмах в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения: автореф. дисс. ... канд. с-х. наук. Ставрополь, 1981. 16 с.