

## Показатели симбиотической активности и фотосинтетической деятельности зернобобовых культур в зависимости от вносимых доз фосфорных удобрений

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

Одним из факторов, ограничивающих эффективную работу симбиотического аппарата зернобобовых культур, является низкое содержание в почве подвижных форм фосфора. Роль фосфорных удобрений в возрастании накопления азота бобовыми отмечали многие исследователи [1–6]. В.Д. Нагор-

ный (1986) показал, что при применении малых доз фосфора (30–60 кг/га) не проявляется должный эффект от его внесения [7]. Увеличение же фосфора до 100 и более кг/га обеспечивает значительное повышение урожая семян и биомассы бобовых культур.

В чернозёмных почвах общие запасы фосфора сравнительно небольшие, что предполагает высокую отзывчивость растений на внесение фосфорных удобрений.

**Материал и методы исследования.** С целью изучения влияния различных доз фосфорных удобрений на показатели структуры урожая и урожайности посевов бобовых культур были проведены полевые опыты в условиях степной зоны Кабардино-Балкарской Республики в 2009–2013 гг. Годы исследования были разделены на две группы: засушливые (2010, 2012) и влагообеспеченные (2009, 2011, 2013).

Почва опытных участков представлена чернозёмом обыкновенным 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, рН – 6,5–6,7, влажность почвы – в пределах 48–80% НВ.

**Результаты исследования.** Исследование показало, что в 2010 г. без применения удобрений масса активных клубеньков у сои составляла 17 кг/га; внесение  $P_{30}$  увеличило этот показатель до 33 кг/га,  $P_{90}$  – до 41 кг/га (табл. 1). Наибольший показатель при проведении инокуляции семян и внесении фосфора был получен на варианте «инокуляция +  $P_{90}$ » – 63 кг/га. Площадь листовой поверхности без внесения удобрения была равна 28,4 тыс. м<sup>2</sup>/га; при внесении  $P_{90}$  – до 32,3 тыс. м<sup>2</sup>/га. Фиксация азота воздуха происходила более интенсивно при инокуляции семян перед посевом и внесении  $P_{90}$  и составляла 60 кг/га. Накопление сухой массы в этом случае также увеличилось на 12 ц/га по сравнению с вариантом без внесения фосфора.

Масса активных клубеньков у гороха в контрольном варианте составила 11 кг/га, внесение фосфора увеличило её до 23 кг/га, а проведение инокуляции и внесение  $P_{90}$  довело этот показатель до 56 кг/га. Фиксированный азот воздуха повысился с 7 до 19 кг/га (без инокуляции) и с 41 до 52

кг/га – при проведении инокуляции семян. Площадь листовой поверхности у гороха без внесения фосфора была равна 27,1 тыс. м<sup>2</sup>/га, при внесении  $P_{30}$  – 30,0,  $P_{60}$  – 30,8,  $P_{90}$  – 31,5 тыс. м<sup>2</sup>/га. Такая же закономерность прослеживается и по накоплению сухого вещества – с 46,3 до 51,8 ц/га.

Площадь листовой поверхности растений вики в контрольном варианте ненамного отличалась от показателей, полученных по гороху, – 26,8 против 27,1 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Без применения удобрений накопление сухой массы у вики составляло 45,5 ц/га, при внесении  $P_{90}$  – 50,1 ц/га. Проведение инокуляции повысило этот показатель до 54,6 ц/га.

Более высокие результаты по показателям симбиотической активности и фотосинтетической деятельности культур, в зависимости от вносимых доз фосфорных удобрений, были получены в 2013 г. (табл. 2). Этот год являлся более благоприятным по влагообеспеченности. В этом году растения сои сформировали массу активных клубеньков в количестве 24 кг/га, гороха – 18 кг/га, вики – 18 кг/га. Внесение  $P_{90}$  увеличило этот показатель соответственно до 45; 30 и 31 кг/га. Проведение инокуляции и внесение  $P_{90}$  способствовало увеличению массы активных клубеньков у сои до 70 кг/га, гороха – до 63 кг/га и у вики – до 61 кг/га. В этих условиях фиксация азота воздуха также проходила более интенсивно. Без применения удобрений соя фиксировала азота воздуха 13 кг/га, горох – 14 кг/га, вика – 15 кг/га. При внесении  $P_{90}$  у сои этот показатель составил 30 кг/га, у гороха – 26 кг/га, у вики – 26 кг/га. Площадь листовой поверхности также увеличивалась при внесении фосфора. Причём повышение дозы с 60 до 90 кг не привело к существенному увеличе-

#### 1. Симбиотическая активность и фотосинтетическая деятельность зерновых бобовых культур в зависимости от доз фосфорных удобрений, 2010 г.

Показатель	Без инокуляции семян				Инокуляция семян Ризоторфином			
	конт- рольный (без удобр.)	$P_{30}$	$P_{60}$	$P_{90}$	конт- рольный (без удобр.)	$P_{30}$	$P_{60}$	$P_{90}$
Соя – сорт Ходсон								
Масса активных клубеньков, кг/га	17	33	40	41	47	58	62	63
Фиксированный азот воздуха, кг/га	11	21	23	23	45	52	59	60
Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	28,4	30,2	32,1	32,3	32,4	34,4	34,9	34,9
Накопление сухой массы, ц/га	50,3	51,9	54,6	54,8	54,4	58,5	61,9	62,3
НСР <sub>05</sub> по сухой массе	–	–	–	5,3	–	–	–	7,5
Горох – сорт Топаз								
Масса активных клубеньков, кг/га	11	17	22	23	43	51	54	56
Фиксированный азот воздуха, кг/га	7	13	18	19	41	47	51	52
Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	27,1	30,0	30,8	31,5	30,2	32,9	33,4	33,5
Накопление сухой массы, ц/га	46,3	49,4	51,5	51,8	48,0	52,6	54,4	54,8
НСР <sub>05</sub> по сухой массе	–	–	–	5,7	–	–	–	6,4
Вика – сорт Льговская 22								
Масса активных клубеньков, кг/га	11	17	23	24	42	50	53	54
Фиксированный азот воздуха, кг/га	8	11	18	19	43	47	51	51
Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	26,8	29,3	30,7	31,4	29,7	32,5	33,1	33,2
Накопление сухой массы, ц/га	45,5	47,7	49,4	50,1	47,8	51,6	54,3	54,6
НСР <sub>05</sub> по сухой массе	–	–	–	4,9	–	–	–	6,3

2. Симбиотическая активность и фотосинтетическая деятельность зерновых бобовых культур в зависимости от доз фосфорных удобрений, 2013 г.

Показатель	Без инокуляции семян				Инокуляция семян ризоторфином			
	контрольный (без удобр.)	P <sub>30</sub>	P <sub>60</sub>	P <sub>90</sub>	контрольный (без удобр.)	P <sub>30</sub>	P <sub>60</sub>	P <sub>90</sub>
Соя – сорт Ходсон								
Масса активных клубеньков, кг/га	24	40	44	45	54	65	69	70
Фиксированный азот воздуха, кг/га	13	26	30	30	52	59	66	67
Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	29,1	30,9	32,8	33,0	33,1	35,1	35,6	35,6
Накопление сухой массы, ц/га	51,0	52,6	55,3	55,5	55,1	59,2	62,6	63,0
НСР <sub>05</sub> по сухой массе	–	–	–	6,0	–	–	–	8,2
Горох – сорт Топаз								
Масса активных клубеньков, кг/га	18	22	29	30	50	58	61	63
Фиксированный азот воздуха, кг/га	14	18	23	26	46	54	58	59
Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	27,8	30,7	31,5	32,2	30,9	33,6	34,1	34,2
Накопл. сухой массы, ц/га	47,0	50,1	52,2	52,5	48,7	53,3	55,1	55,5
НСР <sub>05</sub> по сухой массе	–	–	–	6,6	–	–	–	7,1
Вика – сорт Льговская 22								
Масса активных клубеньков, кг/га	18	22	30	31	49	57	60	61
Фиксированный азот воздуха, кг/га	15	18	23	26	50	54	58	58
Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	27,5	30,0	31,4	32,1	30,4	33,2	33,8	33,9
Накопление сухой массы, ц/га	46,2	48,1	50,1	50,8	48,5	52,6	55,0	55,3
НСР <sub>05</sub> по сухой массе	–	–	–	5,6	–	–	–	7,0

нию показателей. Соя накапливала сухую массу на единице площади без удобрения до 51,0 ц/га, при внесении P<sub>60</sub> – до 55,3 ц/га, P<sub>90</sub> – до 55,5 ц/га. Величина сухой массы у гороха без удобрений составляла 47,0 ц/га, при внесении P<sub>60</sub> – 52,2 ц/га, у вики – соответственно до 46,2 и 50,1 ц/га. Проведение инокуляции семян при этом обеспечило увеличение этого показателя у сои на 7,3 ц/га, у гороха – на 2,9 ц/га, у вики – на 4,9 ц/га.

**Выводы.** Резюмируя результаты проведённого исследования, можно сделать вывод о том, что формирование симбиотического аппарата и его активность зависят от уровня обеспеченности почвы подвижным фосфором. Масса активных клубеньков при внесении в почву 30–60 кг/га P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> составила 36–42 кг/га, а в вариантах, где была проведена инокуляция семян, – 61–65 кг/га.

Большой разницы между массой активных клубеньков при внесении в почву P<sub>120</sub> и P<sub>90</sub> на 1 га не обнаружено.

Аналогичные результаты получены и по фиксированному азоту воздуха и его доле от общего потребления. Исследование показало, что увеличение дозы фосфора до 90 кг действующего вещества способствует фиксации азота воздуха в 2 раза больше, чем в контроле.

Таким образом, формирование симбиотического аппарата и его деятельность лучше проходят при повышенном содержании фосфора в почве. В этих условиях более интенсивно проходит фиксация атмосферного азота.

Фотосинтетическая деятельность зернобобовых культур также зависит от уровня обеспеченности почвы фосфором. Его содержание в надземной биомассе может быть в пределах 0,57–1,0% на

сухое вещество. Поэтому в период вегетации зерновые бобовые, особенно соя, потребляют много фосфора, причём на фоне фосфорного удобрения усиливается потребность и в других элементах питания, в частности в азоте.

Площадь листовой поверхности на начальных фазах роста и развития формируется независимо от обеспеченности фосфором. Однако в последующие фазы, особенно в фазе налива семян, когда достигается наибольшая площадь листьев, внесение в почву P<sub>90</sub> обеспечивает повышение его в 1,2–1,3 раза, чем в варианте без внесения фосфора.

Формирование сухой массы показывает, что начиная с фазы цветения до фазы налива семян идёт интенсивное накопление сухого вещества. Наиболее интенсивно это происходит при внесении в почву фосфорных удобрений.

### Литература

1. Волошенко С.В. Обоснование основных приёмов возделывания сои на предкавказских карбонатных чернозёмах зоны достаточного увлажнения: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Ставрополь, 1985. 16 с.
2. Екимов С. Бактериальные и минеральные удобрения под сою // Масличные культуры. 1984. № 5. С. 31.
3. Хамоков Х. Активность симбиотического аппарата зернобобовых и урожайность в зависимости от обеспеченности фосфорными удобрениями // Зерновое хозяйство. 2006. № 5. С. 27–28.
4. Хамоков Х. Урожай и качество семян зернобобовых в зависимости от сортовых особенностей и условий возделывания // Зерновое хозяйство. 2006. № 6. С. 30–31.
5. Хамоков Х., Хахова А. Зависимость урожая яровой вики от влагообеспеченности, элементов питания и зоны возделывания // Зерновое хозяйство. 2004. № 5. С. 7–8.
6. Хамоков Х.А. Влияние инокуляции семян на элементы продуктивности посевов сои // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (61). С. 33–34.
7. Гнетиева Л., Попцова Л. Условия минерального питания зернобобовых культур и эффективность применения удобрений в различных почвенно-климатических зонах страны // Технология производства зернобобовых культур. М., 1977. С. 75–82.