

УДК 633.35:631.811.1

ДОЛЯ УЧАСТИЯ АЗОТА ПОЧВЫ, ВОЗДУХА И УДОБРЕНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЯ ВИКИ ПОСЕВНОЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ

Г. С. ПОСЫПАНОВ, В. К. ХРАМОЙ

(Кафедра растениеводства)

Вика посевная способна удовлетворять большую часть своих потребностей в азоте за счет симбиотически фиксированного азота воздуха. Для активного бобоворизобиального симбиоза необходимо, чтобы параметры основных факторов среды соответствовали требованиям биологии этой культуры [2, 4, 7]. В практике сельского хозяйства нередки случаи, когда эти факторы лимитируют симбиоз. Так, кислая реакция почвы, недостаток макро- и микроэлементов приводят к значительному ослаблению и даже прекращению фиксации азота. Растения испытывают азотное голодание и дают низкие урожаи. Для повышения урожайности вики и вико-овсяных смесей в этих условиях применяют минеральные азотные удобрения [5, 6, 8]. Установлено, что азотные удобрения угнетают симбиоз, и тем сильнее, чем выше норма азота [2, 7]. Чтобы иметь возможность прогнозировать обеспеченность вики азотом и регулировать ее азотное питание, необходимо знать, как изменяется соотношение доли участия отдельных источников азота — воздуха, почвы и удобрений в питании растений при различных условиях выращивания.

В связи с этим мы поставили перед собой задачу определить, как изменяется количество симбиотически фиксированного азота воздуха вики посевной в зависимости от рН почвы, обеспеченности фосфором, калием, бором и минеральным азотом, а также метеорологических условий года, какова роль отдельных источников азота в ее питании.

Условия и методика

Полевые опыты проводили в 1978—1980 гг. в колхозе «Победа» Клиновского района Брянской области. Почва участка дерново-подзолистая супесчаная, $pH_{\text{с.о.л}}$ 5,5—5,7, содержание подвижных P_2O_5 —12—14, K_2O —4—7 мг на 100 г, гумуса—3,2—3,3%. Вики Льговская 31/292 высевали в смеси с овсом сорта Льговский 1026, нормы высева составляли соответственно 2 и 2,5 млн. всхожих семян на 1 га.

Схема опытов следующая: вариант 1 — контроль, без удобрений (естественное плодородие почвы); 2 — Са — известкование до $pH_{\text{с.о.л}}$ 6,3 (оптимальная кислотность почвы для симбиотической азотфиксации) [1]; 3 — СаРК (изучали влияние уровня обеспеченности фосфором и калием на размеры азотфиксации); 4 — СаРКВ — фон (оптимальные условия для бобоворизобиального симбиоза); 5 — фон + $N^{1/2}$, 6 — фон + $N^{2/3}$,

(смешанный тип азотного питания); 7 — фон + N_1 (полная обеспеченность планируемого урожая минеральным азотом).

Нормы удобрений рассчитаны на урожай семян вики посевной 15 и овса 20 ц/га с учетом плодородия почвы, коэффициентов использования элементов питания из почвы и удобрений первой культурой и составили по годам исследований: N_1 — 228—244 кг, P_2O_5 — 100, K_2O — 122—130, В — 1 кг д. в. на 1 га. Опыты закладывали методом рендомизированных блоков в 4-кратной повторности, площадь учетной делянки 50 м².

В первую половину вегетации 1978 г. влажность почвы была оптимальной, во вторую опускалась до 40—45% НВ; в 1979 г., наоборот, острая почвенная засуха отмечалась до фазы цветения, а в период образования и налива семян влажность

почвы поднималась до 50—60 % НВ; 1980 год характеризовался пониженными температурами воздуха и достаточной влажностью почвы (65—80 % НВ) в течение всего периода вегетации.

В опытах проводили фенологические наблюдения, химический анализ отдельных органов растений по фазам развития, определяли густоту стояния растений, накопление сухого вещества, площадь листьев, количество и массу клубеньков, в том числе с леггемоглобином.

Количество азота воздуха, усвоенного викой посевной, определяли методом, предложенным нами ранее [2], используя показатель активный симбиотический потенциал (АСП) и удельная активность симбиоза (УАС).

АСП — комплексный показатель, учитывающий массу активных (розовых) клубеньков и продолжительность их функционирования, рассчитывается как произведение средней массы активных клубеньков за период на продолжительность этого периода, кг·дн/га. УАС — количество симбиотически связанного азота воздуха 1 кг активных клубеньков в сутки — определяется по разности между активным симбиотическим потенциалом в варианте с оптимальными условиями для симбиоза и в контроле и соответствующей разностью потребленного азота в этих вариантах (табл. 1). В основу расчетов положено предположение, что УАС приблизительно одинакова для всех вариантов опыта.

Результаты исследований

Удельная активность симбиоза вики посевной по годам зависела от метеорологических условий вегетационного периода. Самой меньшей она была в засушливом 1979 г. (табл. 1). В годы с достаточным увлажнением почвы (1978 и 1980) этот показатель возрос соответственно в 2,5 и 2 раза.

Таблица 1

Расчет УАС у вики посевной по АСП и максимальному потреблению азота за вегетацию

| Показатель | Вариант | 1978 г. | 1979 г. | 1980 г. |
|--|----------|---------|---------|---------|
| АСП за вегетацию, кг·дн/га | СаРКВ | 4936 | 1979 | 10 207 |
| | Контроль | 2250 | 674 | 4 487 |
| Разность | | 2686 | 1305 | 5 720 |
| Максимальное потребление азота за вегетацию, кг/га | СаРКВ | 102 | 43 | 153 |
| | Контроль | 61 | 38 | 82 |
| Разность | | 41 | 8 | 71 |
| УАС, г/кг в сутки | | 15,3 | 6,1 | 12,4 |

Количество азота воздуха, усвоенного викой в каждом варианте опыта, определяли по значениям АСП соответствующего варианта и УАС (табл. 2).

Наибольшее влияние на размер азотфиксации оказывали влажность почвы и азотные удобрения. Максимальное количество азота воздуха за вегетацию — 127 кг/га было усвоено в оптимальном по влажности 1980 г. в варианте СаРКВ. В условиях умеренного увлажне-

Таблица 2

АСП и количество азота воздуха, усвоенного викой посевной, в зависимости от условий выращивания

| Вариант | АСП за вегетацию, кг·дн/га | | | Количество усвоенного N воздуха, кг/га | | | |
|------------------------|----------------------------|---------|---------|--|---------|---------|---------------------|
| | 1978 г. | 1979 г. | 1980 г. | 1978 г. | 1979 г. | 1980 г. | в среднем за 3 года |
| Контроль | 2250 | 674 | 4 487 | 34 | 4 | 56 | 31 |
| Са | 2005 | 734 | 5 638 | 31 | 4 | 70 | 35 |
| СаРК | 3386 | 1633 | 9 077 | 52 | 10 | 113 | 58 |
| СаРКВ — фон | 4936 | 1979 | 10 207 | 75 | 12 | 127 | 71 |
| Фон + N _{1/3} | 1290 | 369 | 4 292 | 20 | 2 | 53 | 25 |
| Фон + N _{2/3} | 218 | 187 | 1 909 | 3 | 1 | 24 | 9 |
| Фон + N ₁ | 37 | 56 | 2 068 | 1 | 0 | 27 | 9 |

Участие источников азота в формировании урожая вики посевной
(числитель — кг/га, знаменатель — % к общему потреблению)

| Вариант | Потребле- но расте- ниями, всего | В т. ч. из | | | Потребле- но расте- ниями, всего | В т. ч. из | | |
|----------------------|---|------------------|------------------|------------------|---|------------------|------------------|------------------|
| | | почвы | воздуха | удобре- ний | | почвы | воздуха | удобре- ний |
| | 1978 г. | | | | 1980 г. | | | |
| Контроль | 61 | 27 | 34 | 0 | 82 | 26 | 56 | 0 |
| | $\frac{100}{100}$ | $\frac{44}{100}$ | $\frac{56}{100}$ | $\frac{0}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{32}{100}$ | $\frac{68}{100}$ | $\frac{0}{100}$ |
| СаРКВ—фон | 102 | 27 | 75 | 0 | 153 | 26 | 127 | 0 |
| | $\frac{100}{100}$ | $\frac{26}{100}$ | $\frac{74}{100}$ | $\frac{0}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{17}{100}$ | $\frac{83}{100}$ | $\frac{0}{100}$ |
| Фон + N ₁ | 83 | 27 | 1 | 55 | 206 | 26 | 27 | 153 |
| | $\frac{100}{100}$ | $\frac{33}{100}$ | $\frac{1}{100}$ | $\frac{66}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{12}{100}$ | $\frac{13}{100}$ | $\frac{75}{100}$ |
| | 1979 г. | | | | В среднем | | | |
| Контроль | 35 | 31 | 4 | 0 | 59 | 28 | 31 | 0 |
| | $\frac{100}{100}$ | $\frac{89}{100}$ | $\frac{11}{100}$ | $\frac{0}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{47}{100}$ | $\frac{53}{100}$ | $\frac{0}{100}$ |
| СаРКВ—фон | 43 | 31 | 12 | 0 | 99 | 28 | 71 | 0 |
| | $\frac{100}{100}$ | $\frac{72}{100}$ | $\frac{28}{100}$ | $\frac{0}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{28}{100}$ | $\frac{72}{100}$ | $\frac{0}{100}$ |
| Фон + N ₁ | 77 | 31 | 0 | 47 | 122 | 28 | 9 | 85 |
| | $\frac{100}{100}$ | $\frac{40}{100}$ | $\frac{0}{100}$ | $\frac{60}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{22}{100}$ | $\frac{7}{100}$ | $\frac{71}{100}$ |

ния 1978 г. и недостаточного в 1979 г. усвоение азота было меньше соответственно в 1,7 и 10,6 раза.

В контроле во все годы опытов посевы усвоили в 2—3 раза меньше атмосферного азота, чем в варианте СаРКВ. Известкование оказало положительное влияние на размеры азотфиксации только на 3-й год — в 1980 г.; они увеличились на 25% по сравнению с контролем. Фосфорно-калийные удобрения на фоне известкования (в среднем за 3 года в 1,7 раза) усиливали азотфиксацию во все годы опытов, особенно в условиях достаточного увлажнения. Борные удобрения также увеличивали размеры азотфиксации во все годы исследований, наиболее эффективными они были в первом после известкования 1978 г., когда количество симбиотически связанного азота в варианте с их применением возросло по сравнению с вариантом СаРК на 44%.

При совместном использовании извести, фосфорно-калийных и борных удобрений этот показатель повысился по сравнению с контролем в среднем за 3 года в 2,3 раза.

Азотные удобрения угнетали азотфиксацию, и тем сильнее, чем выше их норма. Внесение $\frac{1}{3}$ и $\frac{2}{3}$ нормы азотных удобрений на фоне СаРКВ привело к снижению размеров азотфиксации соответственно в 2,8 и 7,9 раза. Каждый килограмм минерального азота уменьшал накопление биологического азота на 0,4—0,6 кг. В варианте с полной нормой азотных удобрений в 1978 и 1979 гг. азотфиксация почти полностью отсутствовала, а в 1980 г. ее размеры были в 4,7 раза ниже, чем в варианте СаРКВ. Следовательно, вика в данном случае практически перешла на минеральный тип азотного питания, что согласуется с выводами других авторов [3].

Количество азота, потребленного растениями из почвы, определяли в вариантах без минеральных удобрений по разности между максимальным его потреблением и количеством азота, усвоенного из воздуха (табл. 3).

Независимые расчеты, проведенные нами в разные годы исследований, дали близкие размеры потребления азота почвой растениями вики посевной — соответственно по годам 27 кг/га, 31 и 26 кг/га.

В среднем за 3 года доля азота почвы в формировании биомассы вики посевной в контроле составила 47%, в варианте СаРКВ — 28%,

а доля симбиотически связанного азота — соответственно 53 и 72 % к общему потреблению. Однако соотношение почвенного и биологического азота по годам резко колебалось в зависимости от погодных условий. Решающее влияние оказывала влажность почвы. Так, в варианте СаРКВ при оптимальном увлажнении почвы в 1980 г. доля биологического азота в общем потреблении составила 83, а в засушливом 1979 г. — только 28 %.

При внесении полной нормы азотных удобрений доля азота воздуха в общем потреблении этого элемента вики посевной составила в среднем за 3 года 7 %, а в 1978 г. была менее 1 %.

Участие азота минеральных удобрений в формировании биомассы вики в меньшей степени зависело от погодных условий и составляло 60—75 % к общему потреблению.

Большие различия в потреблении минерального азота вики посевной в разные годы объясняются тем, что доля вики в общей биомассе смеси резко колебалась в зависимости от погодных условий. В 1978 и 1979 гг. она составляла соответственно 30 и 33 %, а в 1980 г. — 88 %, так как при избыточном увлажнении почвы в начале вегетации вика полностью подавила овес.

Выводы

1. При возделывании вики посевной в смеси с овсом на мощнодерновых среднеподзолистых хорошо окультуренных почвах удельная активность симбиоза у вики посевной зависит от влажности почвы. В засушливом 1979 г. она была в 2—2,5 раза ниже, чем в годы с достаточным увлажнением (1980 и 1978).

2. При оптимальных условиях для симбиотической азотфиксации (известкование почвы до $pH_{\text{сол}} 6,3$, внесение фосфорно-калийных и борных удобрений, достаточная влажность почвы) вика посевная усваивает 127 кг азота воздуха на 1 га. В среднем за 3 года размеры азотфиксации в этом варианте были в 2,3 раза выше, чем в контроле. Внесение на данном фоне $N_{1/2}$: (75—80 N) (N_1 рассчитана на полную обеспеченность урожая вики 15 и овса 20 ц/га) привело к снижению количества усвоенного викой посевной азота воздуха в 2,8 раза, а $N_{1/2}$ и полной нормы — почти в 8 раз.

3. Доля азота воздуха в общем потреблении этого элемента викой посевной колеблется в широких пределах в зависимости от метеорологических условий вегетационного периода, кислотности почвы и обеспеченности элементами минерального питания. В среднем за 3 года в варианте СаРКВ она составила 72, а в контроле — 53 %. При внесении полной нормы азотных удобрений 71 % биомассы вики посевной формировался за счет азота удобрений, доля симбиотически связанного азота составила только 7 %. Это свидетельствует о том, что вика посевная, как и другие бобовые, в таких условиях переходит на минеральный тип азотного питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов П. П., Посыпанов Г. С. Бобовые, азот и проблема белка. — Вестн. с.-х. науки, 1978, № 9, с. 48—60. — 2. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Биологическая фиксация атмосферного азота. — М.: Наука, 1968. — 3. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. — М.: Наука, 1973. — 4. Посыпанов Г. С. Кормовые зернобобовые культуры. — М.: Знание, 1979. — 5. Посыпанов Г. С., Храмой В. К. Развитие вики посевной в смеси с овсом при разных уровнях азотного питания. — В сб. науч. тр.: Вопросы агрохимии азота. М.: ТСХА, 1982, с. 93—96. —
6. Посыпанов Г. С., Храмой В. К. Формирование симбиотического аппарата вики посевной при разных условиях выращивания. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 4, с. 176—178. — 7. Посыпанов Г. С. Белковая продуктивность бобовых культур при симбиотрофном и автотрофном типах питания азотом. — Автореф. докт. дис. Л., 1983. — 8. Посыпанов Г. С., Храмой В. К., Сычев Ю. П. Влияние минеральных удобрений на белковую продуктивность и качество урожая вики посевной в смеси с овсом. — В сб.: Пути повышения производства растит. белка. М.: Ун-тет Дружбы народов им. П. Лумумбы, 1984, с. 48—54. —

9. Трепачев Е. П., Човжик А. Д., растающие дозы азотных удобрений. — Агрохимия, 1980, № 10, с. 72—83.
Спивак З. К. Реакция многолетних бобовых трав и их смесей со злаками на воз-
Статья поступила 2 октября 1985 г.

SUMMARY

Field experiments with field vetch in 1978—1980 on soddy-podzolic soils of the Bryansk region dealt with the influence of moisture content, soil acidity, phosphorus, potassium, boron and mineral fertilizers on the size and activity of symbiotic apparatus, the amount of fixed air nitrogen, participation of particular sources of nitrogen in plant nutrition.

Symbiotic potential and specific activity in years favourable as to rainfall can be 2—2.5 times higher than in dry years. Liming the soil with pH 5.5—6.3 as well as application of phosphorous and potassium fertilizers contribute to higher symbiotic assimilation of nitrogen more than twice. Share of participation of fixed nitrogen in forming vetch yield is up to 83 % of the total. Nitrogen fertilizers at the rates of 80 and 160 kg/ha reduce nitrogen fixation 3—8 times, and the rate of 244 kg/ha inhibits symbiosis practically completely.