

### УЧРЕДИТЕЛИ:

НПЦ НАН Беларуси по земледелию  
Институт защиты растений  
Институт почвоведения и агрохимии  
НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству  
Институт овощеводства  
Институт плодородия  
Опытная научная станция по сахарной свекле  
Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений

### СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:

Ф.И. Привалов, С.А. Турко, А.А. Аутко,  
В.В. Лапа, Л.В. Плещко, В.А. Самусь, С.В. Сорока, И.С. Татур

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И.М. Богдевич, С.Ф. Буга, И.И. Бусько, С.И. Гриб, М.А. Кадиров, С.А. Касьянчик, Э.И. Коломиец, Н.П. Купренко, Н.А. Лукьянюк, А.В. Майсеенко, В.Л. Налобова, И.А. Прищепа, П.А. Саскевич, Л.И. Трещашко, В.Н. Шлапунов, К.Г. Шашко, Н.А. Шмыглевская

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Л.В. Сорочинский

### РЕДАКЦИЯ:

А.П. Будревич, М.И. Жукова,  
М.А. Старостина, С.И. Яряковская  
Верстка: С.В. Маслякова

### Адрес редакции:

Республика Беларусь,  
223014, Минский район,  
п. Прилуки, ул. Мира, 2  
Тел./факс:  
Гл. редактор: (017) 509-24-89  
(029) 640-23-10  
Редакция:  
☎ (017) 509-23-71 (секретарь)  
(017) 509-23-37 (бухгалтер)  
E-mail: ahova\_raslin@tut.by

Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь 08.02.2010 в Государственном реестре средств массовой информации за № 1249

Рукописи, поступающие в редакцию, рецензируются и не возвращаются.

Редакция не всегда разделяет точку зрения авторов публикуемых материалов, за достоверность данных, представленных в них, редакция ответственности не несет. При перепечатке ссылка обязательна.

Подписка: с 17.09.2010. Формат 60x84/8.  
Вместе с подпиской: 1000 экз. Заказ № 524.  
Отдел продаж: ул. Советская, 17.  
220014, Минск, Республика Беларусь

# Земледелие и плодородие почв

Научно-практический журнал  
№ 5 (72)  
сентябрь - октябрь 2010 г.

Периодичность - 6 номеров в год  
Издается с 1998 г.

Scientific-Practical Journal  
№ 5 (72)  
September - October 2010

Periodicity - 6 Issues per year  
Published since 1998

☒ Привалов Ф.И. Основные итоги IX Международного симпозиума по селекции и генетике озимой ржи

3

☒ Privalov F.I. Main results of the IX-th International symposium on winter rye breeding and genetics

☒ Никончик П.И. Почвенно-экологические возможности производства и экспорта продукции сельского хозяйства при различных уровнях ведения земледелия и животноводства в сельскохозяйственных организациях Беларуси

5

☒ Nikonchik P.I. Soil-ecological possibilities of agriculture production and export at different levels of crop farming and animal husbandry in the agricultural organizations of Belarus

☒ Седукова Г.В., Самусев А.М., Юрченко Н.В. Особенности возделывания пайзы на загрязненных радионуклидами территориях

11

☒ Sedukova G.V., Samusev A.M., Yurchenko N.V. Peculiarities of Japanese millet growing on radionuclide contaminated territories

☒ Киселев А.А., Шелютто А.А. Влияние режимов использования и агрофонов на динамику ботанического состава и урожайность бобово-злакового травостоя в условиях орошения

14

☒ Kiselev A.A., Shelyuto A.A. Influence of utilization regimes and soil medium fertility backgrounds on dynamics of botanical composition and legume grass stand under irrigation

☒ Подольяк А.Г., Карпенко А.Ф., Мостовенко А.Л., Макарова М.В. Резервы производства зерна в южных районах Гомельской области загрязненных радионуклидами

18

☒ Podolyak A.G., Karpenko A.F., Mostovenko A.L., Makarova M.V. Reserves of grain production in the Southern regions of Gomel district contaminated with radionuclides

☒ Горелик В.В., Позняк Е.И., Маркевич И.М., Шаковец О.Е. Изучение исходного материала для селекции ярового ячменя в условиях Беларуси

20

☒ Gorelik V.V., Poznyak E.I., Markevich I.M., Shakovets O.E. Initial material study for spring barley breeding under conditions of Belarus

☒ Якута О.Н. Влияние различных приемов обработки регуляторами роста на продуктивность проса

24

☒ Yakuta O.N. Influence of different techniques of growth regulators treatment on millet productivity

☒ Босак В.Н., Колоскова Т.В., Миниук О.Н. Симбиотическая азотфиксация в посевах зернобобовых культур

28

☒ Bosak V.N., Koloskova T.V., Miniuk O.N. Symbiotic nitrogen fixation in pulse crops

## СИМБИОТИЧЕСКАЯ АЗОТФИКСАЦИЯ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

<sup>1</sup>В.Н. Босак, доктор с.-х. наук, <sup>2</sup>Т.В. Колоскова, <sup>1</sup>О.Н. Минюк, соискатели

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет

<sup>2</sup>Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

В исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве величина симбиотически фиксированного азота в фазе цветения в посевах сои составила 0,17-0,25 кг, в посевах спаржевой фасоли – 0,12-0,28 кг, в посевах овощных бобов – 0,21-0,37 кг на 1 ц зеленой массы.

In the researches on the sod-podzolic loamy sandy soil the size of symbiotically fixed nitrogen during the phase of flowering in the soya bean sowings is 0,17-0,25 kg, in the asparagus french bean sowings – 0,12-0,28 kg, in the sowings of vegetable bean – 0,21-0,37 kg by one centner of green mass.

### Зведение

Биологическая азотфиксация осуществляется клубеньковыми бактериями, живущими в симбиозе с высшими растениями (симбиотическая азотфиксация), а также свободноживущими азотфиксаторами – азотобактером, цианобактериями, спириллами, энтеробактериями, микобактериями (несимбиотическая азотфиксация). Биологическая азотфиксация играет важную роль при расчете доз азотных удобрений в системе удобрения сельскохозяйственных культур, а также при расчете баланса азота и гумуса [1-2,4-6].

При расчете доз азотных удобрений с помощью РС плановую потребность в азотных удобрениях (Д<sub>а</sub>) рассчитывают по формуле:

$$D_a = \frac{B \times Y_d \times K_{ва} \times K_m}{10000} - K_n - (D_{ок} \times H_k \times D_{от} \times H_n),$$

где В – нормативный вынос питательных веществ с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции, кг; Y<sub>d</sub> – дифференцированная урожайность по культуре, ц/га; K<sub>ва</sub> – коэффициент возврата выноса азота; K<sub>m</sub> – поправочный коэффициент на тип и гранулометрический состав почвы; K<sub>n</sub> – поправочный коэффициент к дозе азотных удобрений в зависимости от биологических особенностей предшественников (многолетние и однолетние бобовые травы – 20 кг/га, многолетние и однолетние бобово-злаковые смеси, зернобобовые – 10 кг/га); D<sub>ок</sub> и D<sub>от</sub> – дозы органических удобрений, планируемые под культуру и внесенная под предшественник, т/га; H<sub>k</sub> и H<sub>n</sub> – количество азота, используемое из 1 т органических удобрений, внесенных в текущем году и под предшественник.

При расчете баланса азота величины симбиотической и несимбиотической азотфиксации учитывают в приходных статьях баланса азота по формуле:

$$P_N = P_{my} + P_{oy} + P_o + P_c + P_b + P_n,$$

где P<sub>N</sub> – суммарное поступление азота, кг/га; P<sub>my</sub> – поступление азота с минеральными удобрениями, кг/га; P<sub>oy</sub> – поступление азота с органическими удобрениями, кг/га (P<sub>oy</sub> = H<sub>к</sub>С; H – доза органических удобрений, т/га; С – содержание элементов питания, кг/т); P<sub>o</sub> – поступление азота с осадками, кг/га; P<sub>c</sub> – поступление азота с семенами, кг/га; P<sub>b</sub> – биологический азот, фиксированный бобовыми культурами, кг/га; P<sub>n</sub> – несимбиотически фиксированный азот, кг/га.

По данным обобщения полевых опытов, показатели симбиотической азотфиксации (P<sub>b</sub>) для расчета хозяйственного баланса составляют:

- на 1 ц зерна, кг азота: люпин – 5,0, кормовые бобы – 3,0, горох, пелюшка, вика – 2,5, люпин в смеси с зерновыми культурами – 4,5, горох, пелюшка и вика в смеси с зерновыми культурами – 2,0;

- на 1 ц зеленой массы, кг азота: однолетние бобовые травы – 0,25, однолетние бобово-злаковые травосмеси – 0,20, люцерна – 0,40, клевер и другие многолетние травы (кроме люцерны) – 0,35, многолетние бобово-злаковые травы – 0,20, луговые земли с бобово-злаковым травостоем – 0,15.

Определенный вклад в обеспечение азотного питания сельскохозяйственных культур вносит также несимбиотическая азотфиксация. В течение вегетационного периода интенсивность несимбиотической фиксации атмосферного азота изменяется, что связано как с погодными условиями, так и фазой развития растений. Активность несимбиотической азотфиксации в почве значительно колеблется также под влиянием минеральных и органических удобрений. При расчете баланса азота для пахотных дерново-подзолистых почв рекомендуется принимать средний норматив несимбиотической азотфиксации (P<sub>n</sub>) – 15 кг/га в год.

При расчете баланса гумуса в формулу расчета потерь гумуса при возделывании бобовых культур вводится специальный поправочный коэффициент K<sub>ф</sub>, отражающий симбиотическую азотфиксацию. Принято, что поступление азота из атмосферы у многолетних бобовых трав составляет 70%, зернобобовых и однолетних бобовых культур – 50, однолетних бобово-злаковых смесей – 35% от общего выноса.

При возделывании бобовых культур формула для расчета потерь гумуса имеет следующий вид:

$$R = \frac{Y \times N_p \times K_m \times K_{ф} \times P_{km} \times 20}{10000},$$

где R – потери гумуса, т/га; Y – урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га; N<sub>p</sub> – вынос азота с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции, кг; K<sub>m</sub> – коэффициент минерализации гумуса под различными культурами (многолетние травы – 0,2, зернобобовые культуры – 0,5, зерновые культуры и другие однолетние культуры сплошного сева – 0,6, пропашные культуры – 0,8, все культуры на пашне – 0,6); P<sub>km</sub> – поправочный коэффициент на минерализацию гумуса в зависимости от гранулометрического состава почв (суглинистые почвы – 1,0, супесчаные – 1,4, песчаные – 1,8); K<sub>ф</sub> – поправочный коэффициент на биологическую фиксацию атмосферного азота (многолетние бобовые травы – 0,3, зернобобовые и однолетние бобовые культуры – 0,5, однолетние бобово-злаковые смеси – 0,75); 20 – коэффициент пересчета азота в гумус (в составе гумуса содержится в среднем 5% азота).

Для расчета азотфиксирующей способности бобовых культур существует несколько методов, основанных на ре-

**Азотфиксирующая способность зернобобовых культур на дерново-подзолистой супесчаной почве**

Вариант	Зеленая масса, ц/га	Сухое вещество, ц/га	Содержание азота, %	Потребление азота, кг/га	Фиксированный азот, кг/га	Фиксированный азот, кг на 1 ц з/м
<b>Соя, сорт Припять</b>						
Контроль	60,5	18,2	1,61	29,3	12,4	0,21
N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	120,2	36,1	1,93	69,7	29,8	0,25
N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	145,9	43,8	2,02	88,5	36,4	0,25
N <sub>70</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	169,0	50,7	2,09	106,0	41,0	0,24
НСР <sub>05</sub>	3,9	1,3	0,06			
<b>Соя, сорт Ясельда</b>						
Контроль	58,3	17,5	1,52	26,6	9,7	0,17
N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	114,0	34,2	1,87	64,0	24,1	0,21
N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	139,5	41,9	1,98	83,0	30,9	0,22
N <sub>70</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	159,8	48,0	2,03	97,4	32,4	0,20
НСР <sub>05</sub>	3,7	1,2	0,05			
<b>Фасоль спаржевая, сорт Магура</b>						
Контроль	104,8	31,4	1,32	41,4	24,5	0,23
N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	112,4	33,7	1,78	60,0	20,1	0,18
N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	118,2	35,5	2,10	74,6	22,5	0,19
НСР <sub>05</sub>	5,4	1,7	0,08			
<b>Фасоль спаржевая, сорт Рашель</b>						
Контроль	102,3	30,7	1,48	45,4	28,5	0,28
N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	110,0	33,1	1,85	61,2	21,3	0,19
N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	116,0	34,8	1,93	67,2	15,1	0,13
НСР <sub>05</sub>	5,3	1,7	0,08			
<b>Фасоль спаржевая, сорт Секунда</b>						
Контроль	100,4	30,1	1,35	40,6	23,7	0,24
N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	109,3	32,8	1,81	59,4	19,5	0,18
N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	116,1	34,9	1,90	66,3	14,2	0,12
НСР <sub>05</sub>	5,2	1,7	0,08			
<b>Бобы овощные, сорт Русские черные</b>						
Контроль	110,4	33,1	1,74	57,6	40,7	0,37
N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	116,7	35,0	2,03	71,1	31,2	0,27
N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	122,9	36,9	2,18	80,4	28,3	0,23
НСР <sub>05</sub>	5,9	1,8	0,09			
<b>Бобы овощные, сорт Белорусские</b>						
Контроль	97,5	29,3	1,72	50,4	33,5	0,34
N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	106,8	32,0	2,07	66,2	26,3	0,25
N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	114,8	34,4	2,21	76,0	23,9	0,21
НСР <sub>05</sub>	5,2	1,5	0,09			
<b>Овес, сорт Асілак</b>						
Контроль	51,7	15,5	1,09	16,9	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	104,0	31,2	1,28	39,9	-	-
N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	121,3	36,4	1,43	52,1	-	-
N <sub>70</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	138,1	41,4	1,57	65,0	-	-
НСР <sub>05</sub>	3,6	1,2	0,04			

зультатах полевых и лабораторных исследований: расчета по коэффициентам, инокуляции, баланса, парующих площадок, сопоставления выноса азота с его количеством в корневых и пожнивных остатках, сравнения с небобовыми растениями, ацетиленовый метод, метод учета массы клубеньков и удельной активности симбиоза, метод с использованием меченого азота [3, 7-12].

Одним из наиболее доступных методов в полевых исследованиях является метод сравнения с небобовыми растениями, принцип которого базируется на предположении, что при идентичных условиях выращивания определенных видов бобовых и злаковых культур количество вынесенного ими азота почвы примерно одинаково. Отсюда величина азотфиксации определяется по разнице между общим азотом бобового и злакового растения.

Для сравнения, в качестве злаковой культуры чаще всего используют овес. Следует однако учитывать значительную условность данного метода. Потребление азота растениями зависит от целого ряда факторов: видовых и сортовых особенностей, окультуренности почвы, доз и форм азотного удобрения, погодных условий и т. д.

Измерение величины симбиотической азотфиксации методом сравнения следует проводить начиная с фазы формирования репродуктивных органов. К этому времени запасы минерального азота в почве резко снижаются и количество его в бобовых и злаковых растениях, судя по меченому азоту, более или менее выравнивается, что позволяет точнее определить азотфиксацию.

Цель исследований – определить величину симбиотически фиксированного азота при возделывании зернобобовых культур на дерново-подзолистой супесчаной почве в зависимости от применения удобрений, видовых и сортовых особенностей.

#### Влияние азотных удобрений на азотфиксацию

Изучение влияния удобрений, видовых и сортовых особенностей на симбиотическую азотфиксацию в посевах зернобобовых культур проводили в полевых опытах на дерново-подзолистой супесчаной почве в Пинском районе Брестской области на протяжении 2008-2009 гг.

Исследуемые культуры: соя сортов Припять и Ясельда, фасоль спаржевая сортов Магура, Рашель и Секунда, бобы овощные сортов Русские черные и Белорусские, овес Асилак.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели:  $pH_{KCl}$  – 5,9-6,2, содержание  $P_2O_5$  (0,2 М HCl) – 170-180 мг/кг,  $K_2O$  (0,2 М HCl) – 220-240 мг/кг почвы, гумуса (0,4 М  $K_2Cr_2O_7$ ) – 1,8-2,0%. Схема опыта предусматривала внесение возрастающих доз азотных удобрений  $N_{30-70}$  на фоне  $P_{40}K_{90}$  под предпосевную культивацию.

Агротехника возделывания зернобобовых культур общепринятая для Республики Беларусь. Схема опыта была реализована на фоне интегрированной системы защиты растений.

Отбор зеленой массы зернобобовых культур и овса проводили в период цветения - выбрасывания метелки. Содержание общего азота в зеленой массе и показатели симбиотической азотфиксации определяли согласно принятым методикам [7, 9].

#### Влияние азотных удобрений на азотфиксацию

В наших исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве видовые и сортовые особенности, а также применение удобрений оказали значительное влияние на урожай зеленой массы, содержание и величину фиксированного азота (таблица).

В исследованиях с соей урожай зеленой массы в фазе цветения, в зависимости от опытного варианта и сортовых особенностей, составил 58,3-169,0 ц/га при содержании в нем общего азота 1,52-2,09%.

У сои сорта Припять величина симбиотически фиксированного азота изменялась от 12,4 кг/га в контрольном варианте без применения удобрений до 29,8-41,0 кг/га в удобрительных вариантах, у сорта Ясельда – от 9,7 до 24,1-32,4 кг/га, соответственно. Из расчета на 1 ц зеленой массы величина фиксированного азота в посевах сои составила 0,17-0,25 кг с максимальными показателями в вариантах с применением 30-50 кг/га минерального азота на фоне  $P_{40}K_{90}$ .

При возделывании спаржевой фасоли урожай зеленой массы в фазе цветения в зависимости от сортовых особенностей и применения удобрений составил 100,4-118,2 ц/га при содержании в нем общего азота 1,32-2,10%.

Величина симбиотически фиксированного азота в посевах спаржевой фасоли составила 14,2-28,5 кг/га или 0,12-0,28 кг на 1 ц зеленой массы с максимальными показателями в контрольных вариантах без применения удобрений (соответственно, 23,7-28,5 кг/га и 0,23-0,28 кг/ц). Применение минеральных удобрений снизило величину фиксированного азота в посевах спаржевой фасоли до 14,2-21,3 кг/га и 0,12-0,19 кг/ц.

В исследованиях с овощными бобами урожай зеленой массы в фазе цветения у сорта Русские черные составил 110,4-122,9 ц/га, у сорта Белорусские – 97,5-114,8 ц/га при содержании общего азота в зеленой массе 1,72-2,21%.

Содержание симбиотически фиксированного азота в посевах овощных бобов сорта Русские черные составило 28,3-40,7 кг/га или 0,23-0,37 кг на 1 ц зеленой массы, у овощных бобов сорта Белорусские – 23,9-33,5 кг/га и 0,21-0,34 кг/ц, соответственно. Наибольшие значения величины фиксированного азота у овощных бобов отмечены, как и у спаржевой фасоли, в вариантах без применения минеральных удобрений (соответственно, 33,5-40,7 кг/га и 0,34-0,37 кг/ц).

#### Заключение

На дерново-подзолистой супесчаной почве применение удобрений, сортовые и видовые особенности оказали значительное влияние на показатели симбиотической азотфиксации в посевах зернобобовых культур (соя, спаржевая фасоль, овощные бобы).

При возделывании сои величина фиксированного азота в фазе цветения составила 0,17-0,25 кг, спаржевой фасоли – 0,12-0,28 кг, овощных бобов – 0,21-0,37 кг на 1 ц зеленой массы.

Применение минеральных удобрений снизило интенсивность симбиотической азотфиксации в посевах зернобобовых культур, что более четко проявилось в посевах овощных бобов и фасоли.

#### Литература

1. Босак, В.Н. Баланс гумуса в севооборотах на дерново-подзолистых почвах / В.Н. Босак. – Минск: БННВФХ в АПК, 2008. – 28 с.
2. Босак, В.Н. Симбиотическая и несимбиотическая азотфиксация в земледелии Беларуси / В.Н. Босак // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы / Полесский государственный университет. – Ч. II. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – С. 37-38.
3. Клевенская, И.Л. Биологическая фиксация азота / И.Л. Клевенская. – Новосибирск: Наука, 1991. – 271 с.
4. Методика определения потребности в минеральных удобрениях под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур на уровне района и области / В.И. Бельский [и др.]. – Минск: Институт экономики НАН Беларуси, 2006. – 44 с.
5. Методика расчета баланса гумуса в земледелии Республики Беларусь / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: БелНИВФХ в АПК, 2007. – 20 с.
6. Методика расчета баланса элементов питания в земледелии Республики Беларусь / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2007. – 26 с.
7. Мишустин, Е.Н. Биологическая фиксация атмосферного азота / Е.Н. Мишустин, В.К. Шильникова. – Москва: Наука, 1968. – 531 с.
8. Персикова, Т.Ф. Биологический азот в земледелии Беларуси / Т.Ф. Персикова, А.Р. Цыганов, И.Р. Вильдфлуш. – Минск: Хата, 2003. – 237 с.
9. Посыпанов, Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха / Г.С. Посыпанов. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 300 с.
10. Сергеева, И.И. Эффективность совместного и раздельного применения биопрепаратов азотфиксаторов, минеральных удобрений и регуляторов роста в посевах ячменя и гороха: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / БГСХА / И.И. Сергеева. – Минск, 2007. – 18 с.
11. Трепачев, Е.П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии / Е.П. Трепачев. – Москва: Наука, 1999. – 530 с.
12. Makowski, N. Kuznerleguminosen / N. Makowski. – Verlag Th. Mann Gelsenkirchen. – 2000. – 856 S.