

Назарова А.А., Князев Б.М.
Nazarova A.A., Knyazev B.M

**РОЛЬ ФОСФОРА В ФОРМИРОВАНИИ СИМБИОТИЧЕСКОГО
АППАРАТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ ЗЕЛЕННОГО
ГОРОШКА**
**THE ROLE OF PHOSPHORUS IN THE FORMATION OF A
SYMBIOTIC APPARATUS AND ITS ACTIVITY ON THE CROPS OF A
GREEN PEA**

Одним из ограничивающих факторов эффективности симбиотической азотфиксации является низкое содержание в почве подвижных форм фосфора. Применение фосфорных удобрений на посевах зеленого горошка способствовало существенному повышению показателей симбиотической деятельности клубеньковых бактерий. Значительно увеличивались масса клубеньков на корнях растений, фиксированный азот воздуха, элементы продуктивности и урожай зерна. Установлена тесная коррелятивная связь интенсивности фотосинтеза листьев с массой активных клубеньковых бактерий, содержанием леггемоглобина и нитрогеназной активностью. Разработаны теоретические основы повышения реальной симбиотической фиксации азота воздуха и белковой продуктивности, а также ряд новых закономерностей, в частности, эффективность бобоворизобиального симбиоза в значительной степени зависит от содержания в почве подвижного фосфора. Доведение содержания подвижного фосфора до повышенного более 20,0 мг/кг почвы, увеличивает массу активных клубеньков в 3-5 раз, а при снижении фосфора до минимума (11-13 мг/кг) масса клубеньков снижается существенно и эффективность симбиотического аппарата падает. Оптимальным для реализации максимальной биологической азотфиксации и фотосинтетической деятельности растений зеленого горошка является в среднем 18-20 мг/кг почвы подвижного фосфора.

One of the limiting factors for the effectiveness of symbiotic nitrogen fixation is the low content of mobile forms of phosphorus in the soil. The use of phosphate fertilizers on green pea crops contributed to a significant increase in the indicators of symbiotic activity of nodule bacteria. Significantly increased the mass of nodules on the roots of plants, fixed air nitrogen, productivity elements and grain yield. A close correlation has been established between the intensity of leaf photosynthesis and the mass of active nodule bacteria, leggемoglobin content and nitrogenase activity. The theoretical basis for improving the real symbiotic fixation of nitrogen in the air and protein productivity, as well as a number of new patterns, in particular, the effectiveness of legume-organobiobiotic symbiosis, depends largely on the content of mobile phosphorus in the soil. Bringing the content of mobile phosphorus to increased more than 20.0 mg / kg of soil increases the mass of active nodules by 3-5 times, and when phosphorus decreases to a minimum (11-13 mg / kg), the weight of nodules decreases significantly and the effectiveness of the symbiotic apparatus decreases. Optimum for the implementation of maximum biological nitrogen fixation and photosynthetic activity of green pea plants is on average 18-20 mg / kg of mobile phosphorus soil.

Ключевые слова: зеленый горошек, сорта, фосфорное удобрение, фиксированный азот воздуха, урожайность.

Key words: green peas, varieties, phosphate fertilizer, fixed nitrogen of air, yield.

Князев Борис Музакирович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

Телефон: 8-928-720-42-33

Назарова Асият Арсеновна – аспирант 3 курса, направление подготовки «Общее земледелие, растениеводство», ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

Nazarova Asiyat Arsenovna - a graduate student of the 3rd course of the direction of the study “General Agriculture, Plant Growing”, FSBI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Knyazev Boris Muzakirovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department Technology of Production and Processing of Agricultural Products, FSBEI HE Kabardino-Balkaria SAU, Nalchik

Введение. Для образования клубеньковых бактерий на корнях бобовых культур в симбиозе с растениями способны фиксировать азот атмосферы для самообеспечения азотным питанием, существенную роль играет количество подвижного фосфора, содержащегося в почве. Определение нижнего порога оптимальной обеспеченности подвижным фосфором, при котором реализуется максимальная активность азотфиксации, имеет практическое значение для создания симбиотрофного типа питания растений азотом. Это дает возможность максимально сэкономить минеральный азот, который с каждым годом дорожает, повышая себестоимость производимой продукции.

Результатами исследований многих авторов доказано, что при низком содержании подвижного фосфора в почве (13 мг/кг почвы) клубеньки на корнях почти не образуются. Если даже происходит формирование клубеньков, то они мало эффективны и азотфиксация проходит слабо [1,2,3]

На таких посевах зеленого горошка фотосинтетическая деятельность растений слабая, показатели фотосинтетического аппарата относительно в более обеспеченных фосфором посевах низкие, т.е. площадь листовой поверхности, чистая продуктивность фотосинтеза, накопление сухой массы характеризуются низкими показателями при недостатке фосфора в почве, этот фактор является одной из причин низкой продуктивности .

Дополнительное внесение в почву фосфорных удобрений способствует формированию клубеньковых бактерий более активно, качественно и в большом количестве. Естественно, что в таких условиях симбиотическая фиксация азота атмосферы проходит более эффективно, в результате преобладает симбиотрофный тип питания азотом растений над автотрофным типом питания.

Роль фосфорных удобрений в возрастании азотонакопления бобовыми культурами отмечали многие исследователи. Особенно это заметно на почвах, где запасы фосфора в подвижной форме сравнительно низкие.

В частности, в выщелоченных черноземах Северного Кавказа, в том числе и Кабардино-Балкарии, содержание фосфора в почве в среднем не превышает 12-13 мг/кг почвы по Мачигину. Для фиксирования достаточного атмосферного азота (в пределах 60-80 кг/га) требуется большое количество фосфора в доступной форме (P_2O_5 -18-20мг/кг почве).

У зерновых бобовых культур урожайность и содержание белка в зерне определяются не столько сортом и районом возделывания, сколько условиями симбиотической фиксации азота воздуха, т.е. агрохимическими показателями почвы и влагообеспеченностью растений. Поскольку зерновые бобовые культуры содержат больше питательных веществ в единице урожая, то и потребность их в элементах минерального питания выше, чем у злаковых культур. На формирование одного центнера зерна гороха требуется более 2 кг фосфора, 3 кг калия. Так как почвы в Кабардино-Балкарии достаточно обеспечены калием, считаем нет необходимости применения его в больших дозах, а применение фосфорных удобрений обязательным.

Исходя из вышеизложенного, перед нами была поставлена цель: исследовать влияние различных доз фосфорных удобрений на формирование клубеньковых бактерий, а также зависимость величины урожая от азотфиксирующей способности клубеньковых бактерий [4,5,6].

Методология проведения опытов. Исследования проводились в условиях ООО «Агро-07» в СХП «Герменчик» Урванского района КБР. Почва опытного участка – выщелоченный чернозем, содержание гумуса 3,4%, фосфора низкое, калия – высокое, рН около 7. Посев проводили рядовым способом (15 см), норма высева 0,8 млн/га, площадь делянки 50 м², повторность 4-х кратная, предшественником была озимая пшеница.

Объектом исследования были мозговые сорта Увертюра, Бостон, Соня, Полокс, Фалькон.

Экспериментальная база. В течение вегетации проводили фенологические наблюдения. Определяли начало формирования клубеньков на корнях зеленого горошка, общую массу клубеньков в фазе налива семян (в пересчете на 1 га), фиксированный азот воздуха по Г.С. Посыпанову и В.Е. Долгодворову, доля фиксированного азота воздуха от общего потребления растениями гороха. Перед уборкой (фаза молочно-восковой спелости) определяли структуру урожая, химический состав зерна, урожайность. Полученные данные подвергли математической обработке по Б.Доспехову [7,8].

Схема опытов была следующая:

-Первый вариант – естественное состояние почвы – P_2O_5 -13 мг/кг почвы (Фон)

-Второй вариант – Фон+ P_{30} кг д.в

-Третий вариант – Фон+ P_{45} кг д.в

-Четвертый вариант – Фон+ P_{60} кг д.в

-Пятый вариант-Фон+ P_{90} кг д.в

В качестве фосфорного удобрения был использован двойной (46% д.в) суперосфат. Удобрение вносилось перед зяблевой вспашкой остальную часть – при посеве. Рано весной проводили тщательную предпосевную обработку почвы (культивация, боронование, прикатывание).

Результаты исследований. Для формирования симбиотического аппарата, обладающего высокой эффективностью, необходимо создать растениям оптимальные условия. Большую роль в этом плане играют такие факторы, как влажность и температура почвы, рН и механический состав почвы. Достаточное количество подвижной формы фосфора в период образования клубеньков способствует существенному повышению показателей симбиотической деятельности на посевах зеленого горошка [9,10].

В таких условиях растения лучше растут и развиваются. Количество бобов и семян на растениях заметно повышается. За счет симбиотрофного типа питания азотом, особенно при внесении фосфорных удобрений, которые

стимулируют образование более эффективного симбиотического аппарата, растения гороха становятся более продуктивными. Некоторые исследователи считают, что благоприятное влияние фосфора на активность симбиоза клубеньковых бактерий позволяет отказаться от инокуляции семян штаммами *Rizobi*. В общей массе клубеньков, которые образуются на корнях растений, большая часть является активной, повышая эффективность симбиотической деятельности, т.е. фиксация атмосферного азота проходит активно, составляя не менее 70-80 кг/га [11,12].

Таблица 1 – Влияние различных доз фосфора на симбиотическую деятельность и продуктивность зеленого горошка

Варианты опыта	Масса акт. клуб, кг/га	Фиксир. азот воздуха, кг/га	Потреб азота растен, кг/га	Доля фиксир. азота раст, %	Почвен азот, %	Урожайн, т/га	Выход конс.банок с 1 га, шт (0,7 л)
1.«Контроль» Естественное состояние почвы-Фон	75,4	62,3	232	29,4	70,6	5,7	814
2.Фон+P ₃₀	87,5	69,2	241	35,7	64,3	6,0	857
3.Фон+P ₄₅	93,6	71,5	258	48,8	51,2	6,4	914
4.Фон+P ₆₀	99,8	78,8	280	53,9	46,1	6,9	983
5.Фон+P ₉₀	107,9	89,7	298	59,8	40,2	7,1	999
НСР ₀₅	-	-	-	-	-	0,17	-

В таблице приводятся данные по сорту Увертюра. Остальные сорта гороха имеют аналогичные результаты по формированию клубеньков, однако показатели выражены, ниже чем у Увертюры.

Результаты показывают, что фосфорные удобрения существенно повлияли на количество формируемых клубеньков на корнях растений. Удельная активность симбиоза в среднем составила более 10 г на кг в сутки. Особенно выделяются варианты с применением фосфора 60-90 кг д.в, где активный симбиотический потенциал составил около 6 тыс. кг .дней /га.

Общая масса активных клубеньков в контрольном варианте составила 75,4 кг/га, а в лучшем опытном варианте (Фон+P₉₀) – 107,9 кг/га.

Следует отметить, что у всех сортов гороха в опытных вариантах на 10-15% больше клубеньков, чем в контрольном. А среди сортов зеленого горошка Увертюра характеризуется лучшими показателями.

Сравнение количества потребляемого азота растениями гороха показало, что в опытных вариантах, где дополнительно вносили в почву фосфора 60-90 кг д.в. на гектар, преобладает симбиотрофный тип питания азотом, чем автотрофный. Если в контрольном варианте фиксированный азот воздуха составил 62,3 кг/га, а доля в общем потреблении азота 29,4 %, то в лучшем опытном варианте, соответственно 89,7 кг/га и 59,8 %, т.е. доля фиксированного азота от общего потребления составила 59,8%, а 40,2% – почвенный азот.

Фосфор, как один из необходимых элементов питания зеленого горошка, который повышает эффективность деятельности симбиотического аппарата, способствует повышению показателей элементов структуры урожая и качества зерна [13].

В опытных вариантах урожайность составила 6,7-7,1 т/га, а в контрольном- 5,7 тонн. Что касается качества зерна, то масса 1000 зерен, цвет, содержание сахара (5-7%), крахмала (до 5%), вкус, а также выход консервных банок (0,7 л) в опытных вариантах существенно выше, чем в контрольном. С урожая одного гектара в лучших опытных вариантах выход консервных банок составил 980-999 штук, а в контрольном – чуть более 800 банок.

Несмотря на дополнительные затраты, связанные с применением фосфора на посевах зеленого горошка, экономическая эффективность его производства составила более 35 тыс. рублей чистой прибыли с урожая одного гектара, а уровень рентабельности более 130%.

Литература

1. Борисович В.К., Посыпанов Г.С. Оптимальная обеспеченность почвы подвижным фосфором для максимальной симбиотической азотфиксации. М. 1996.
2. Князев Б.М. Теоретические основы реализации потенциальной продуктивности сои в ЦЧ Северного Кавказа.

3. Назаров А.А., Князев Б.М. Фотосинтетическая деятельность и урожайность разных сортов зеленого горошка. Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в растениеводстве». Владикавказ, 2017.

4. Назарова А.А., Князев Б.М. Влияние сроков уборки на технологические свойства зеленого горошка // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в растениеводстве». Владикавказ, 2017.

5. Назарова А.А., Князев Б.М. Физиологические процессы прорастания семян зерновых культур и их влияние на продуктивность растений. Труды КубГАУ. Краснодар, 2018.

6. Фарниев А.Т. «Азотфиксация и белковая продуктивность бобовых культур в РСО-Алания // Биологический азот. М., 2006. С. 61-68.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М. 1985.

8. Кандроков Ж.М. Перспективные сорта зеленого горошка для консервной промышленности. ЦНТИ. Нальчик, 2001.

9. Зажбалов А.Ф. Технология консервирования плодов и овощей и контроль качества продукции /А.Ф.Загибалов, А.С. Зверков-М.1992

10. Назарова А.А., Князев Б.М. Эффективность применения минеральных удобрений в посевах зеленого горошка // Международная конференция, посвященная 35-летию КБГАУ. Нальчик, 2016.

11. Павлова Т.Н. Зеленый горошек: Возделывание и переработка / Т.Н. Павлова, А.С. Левинской. М., 1988.

12. Посыпанов Г.С. Биологический азот. М., 2006. 43 с.

13. Флауменбаум Б.М. Технология консервирования плодов и овощей. М.: Колос, 1993.

References

1. Borisovich V.K., Posypanov G.S. Optimal'naya obespechennost' pochvy podvizhnym fosforom dlya maksimal'noj simbioticheskoy azotfiksacii. М. 1996.

2. Knyazev B.M. Teoreticheskie osnovy realizacii potencial'noj produktivnosti soi v CCH Severnogo Kavkaza.

3. Nazarov A.A., Knyazev B.M. Fotosinteticheskaya deyatel'nost'yu urozhajnost' raznyh sortov zelenogo goroshka. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Innovacionnye tekhnologi v rastenievodstve». Vladikavkaz, 2017.

4. Nazarova A.A., Knyazev B.M. Vliyanie srokov uborki na tekhnologicheskie svojstva zelenogo goroshka // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Innovacionnye tekhnologii v rastenievodstve». Vladikavkaz, 2017.

5. Nazarova A.A., Knyazev B.M. Fiziologicheskie processy prorastaniya semyan zernovyh kul'tur i ih vliyanie na produktivnost' rastenij. Trudy KubGAU. Krasnodar, 2018.

6. Farniev A.T. «Azotfiksaciya i belkovaya produktivnost' bobovyh kul'tur v RSO-Alaniya // Biologicheskij azot. М., 2006. S. 61-68.

7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. М. 1985.

8. Kandrokov ZH.M. Perspektivnye sorta zelenogo goroshka dlya konservnoj promyshlennosti. CNTI. Nal'chik, 2001.
9. Zazhbalov A.F. Tekhnologiya konservirovaniya plodov i ovoshchej i kontrol' kachestva produkcii /A.F.Zagibalov, A.S. Zverkov-M.1992
10. Nazarova A.A., Knyazev B.M. Effektivnost' primeneniya mineral'nyh udobrenij v posevah zelenogo goroshka // Mezhdunarodnaya konferenciya, posvyashchennaya 35-letiyu KBGAU. Nal'chik, 2016.
11. Pavlova T.N. Zelenyj goroshek: Vozdelyvanie i pererabotka / T.N. Pavlova, A.S. Levinskoj. M., 1988.
12. Posypanov G.S. Biologicheskij azot. M., 2006. 43 s.
13. Flaumenbaum B.M. Tekhnologiya konservirovaniya plodov i ovoshchej. M.: Kolos, 1993.