

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

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА  
ПОСЕВАХ ЗЕЛЕНОГО ГОРОШКА  
EFFICIENCY OF APPLICATION OF NITROGEN FERTILIZERS IN THE  
CROPS OF GREEN PEA**

Несмотря на возможности бобовых культур обеспечивать себя азотом в период вегетации за счет симбиотической фиксации атмосферного азота, в виде стартовой дозы, когда еще не функционирует симбиотический аппарат, следует использовать минеральный азот в небольших дозах. В благоприятных почвенно-климатических условиях растения бобовых культур, в том числе и зеленый горошек, после всходов через 15-18 дней начинают в симбиозе с клубеньковыми бактериями фиксировать азот атмосферы. В таких случаях сводить азотное питание растений лишь к применению минеральных удобрений не только экономически невыгодно, но и нецелесообразно. В то же время азотное питание, основанное лишь на биологически фиксированном атмосферном азоте, не менее рискованно, если формирование клубеньков проходит слабо и их очень мало на единицу площади, в частности, при низкой влажности почвы и высокой температуре атмосферы процесс формирования клубеньков существенно снижается. В таких условиях симбиотическая деятельность растений находится на низком уровне, эффективность симбиотического аппарата очень слабая. Сочетание симбиотического и автотрофного типов питания растений азотом способствует повышению продуктивности зеленого горошка, имея экономический эффект с каждого гектара посева 30-35 тыс. рублей, а уровень рентабельности находится в пределах 120-130%.

Despite the ability of leguminous crops to provide themselves with nitrogen during the growing season due to the symbiotic fixation of atmospheric nitrogen, in the form of a starting dose, when the symbiotic apparatus is not yet functioning, mineral nitrogen should be used in small doses. In favorable soil and climatic conditions, plants of leguminous crops, including green peas, after germination after 15-18 days, begin to fix atmospheric nitrogen in symbiosis with nodule bacteria. In such cases, to reduce the nitrogen nutrition of plants only to the use of mineral fertilizers is not only economically unprofitable, but also impractical. At the same time, nitrogen nutrition, based only on biologically fixed atmospheric nitrogen, is no less risky if nodule formation is weak and very small per unit area, in particular, at low soil moisture and high atmospheric temperature, the nodule formation process is significantly reduced. In such conditions, the symbiotic activity of plants is at a low level, the effectiveness of the symbiotic apparatus is very weak. The combination of symbiotrophic and autotrophic types of plant nutrition with nitrogen helps to increase the productivity of green peas, having an economic effect from each hectare of sowing 30-35 thousand rubles, and the level of profitability is in the range of 120-130%.

**Ключевые слова:** зеленый горошек, клубеньковые бактерии, азот воздуха, элементы продуктивности, урожайность.

**Key words:** green peas, nodule bacteria, air nitrogen, productivity elements, yield.

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

Тел.: 8-928-720-42-33

**Назарова Асият Арсеновна** – аспирант 3 курса, направление подготовки «Общее земледелие, растениеводство», ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарской 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-Balkarian SAU, Nalchik

**Введение.** Зерновые бобовые культуры, как и другие сельскохозяйственные культуры дают высокие урожаи зерна при выращивании их в оптимальных почвенно-климатических условиях. Зеленый горошек в период вегетации потребляет на каждый центнер зерна более 6 кг азота, 2,3 кг фосфора и 3 кг калия, т.е. обеспеченность растений элементами питания при оптимальных климатических условиях является залогом получения высоких урожаев.

Симбиотическая азотфиксация азота – один из наиболее энергоемких биологических процессов. Он осуществляется за счет энергии продуктов фотосинтеза. Выявлена тесная взаимосвязь между интенсивностью фотосинтеза и активностью азотфиксации у бобовых культур. Наиболее тесная корреляция между этими процессами наблюдается в начальный период вегетации. Максимальное накопление массы клубеньков у бобовых культур достигает к фазе налива семян.

Определяющими факторами эффективности симбиотической деятельности растений являются, кроме формируемых клубеньков на корнях растений, влажность и температура почвы. Влажность почвы не должна опускаться ниже влажности разрыва капилляров (60-65% НВ), почва должна иметь температуру 12-14 С, рыхлый слой почвы для хорошей аэрации, рН должен в пределах 6,5-7,0. Сочетание таких внешних факторов может обеспечить высокоэффективный симбиотический аппарат, который способен фиксировать азот атмосферный до 80 и более кг/га. В таких условиях растения зеленого горошка не нуждаются в дополнительном внесении в почву минерального азота.

Выращивание зеленого горошка в различных климатических зонах, где количество осадков и сумма активных температур разные, дает возможность определить необходимость применения минерального азота и в каких дозах. Из внутренних факторов на фиксацию азота влияют определенные свойства бактерий – активность, вирулентность и специфичность того или иного штамма для данного вида и сорта. Поэтому одна из основных задач агротехники возделывания зеленого горошка заключается в создании оптимальных условий для развития азотофиксаторов. При этом, существенно снижаются затраты на производство единицы продукции [1,2].

Перед нами была поставлена цель: изучить влияние различных доз минерального азота на формирование симбиотического аппарата, его

деятельности и продуктивности зеленого горошка в различных зонах выращивания.

**Методология проведения опытов.** Исследования проводились в условиях ООО «Агро-07» в СХП «Герменчик» Урванского района и фирме «Отбор» Прохладненского района КБР. Почва опытных участков – выщелоченный чернозем, содержание фосфора низкое, калия высокое, рН около 7. Посев проводили рядовым способом, норма высева 0,8 млн/га. Площадь каждой делянки 50 м<sup>2</sup>, повторность 4-х кратная. Объектом исследований был сорт Увертюра.

Определяли формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов и их деятельность. Потребление азота растениями зеленого горошка (фаза налива семян), фиксированный азот воздуха, элементы продуктивности, урожайность и качество зерна. Площадь листьев и ЧПФ (чистая продуктивность фотосинтеза по А.А. Ничипоровичу, симбиотическая деятельность по Г.С. Посыпанову. Полученные данные подвергли математической обработке по Б. Доспехову [3].

Схема опыта была следующей:

1 вариант - «контроль» – естественное состояние почвы - Фон

2 вариант - Фон+N<sub>20</sub>

3 вариант - Фон+ N<sub>30</sub>

4 вариант - Фон+ N<sub>45</sub>

5 вариант - Фон+ N<sub>60</sub>

**Результаты исследований.** В повышении урожайности сельскохозяйственных культур большую роль играют азотные удобрения. Применение высоких доз позволяет значительно увеличить урожай зерновых колосовых. Однако, с ростом стоимости энергоносителей высокие нормы минерального азота становится экономически невыгодными. Кроме того, такие нормы наносят существенный экологический вред – они активизируют деятельность почвенной микрофлоры, минерализующей органическое вещество, снижают содержание гумуса в почве.

Задача состоит в том, чтобы рационально использовать азотные удобрения, снизить их нормы, а для того, чтобы не допустить резкое падение урожая необходим поиск альтернативных источников питания растений азотом.

Единственной альтернативой минеральному азоту является азот биологический. Он полностью входит в органическое вещество растений, не оказывая никакого отрицательного влияния на экологическую среду. Более того, при оптимизации условий для бобоворизобиального симбиоза за счет биологического азота можно стабилизировать плодородие почвы и даже повысить его, используя подсевные бобовые культуры в качестве сидерата [4,5]

По данным разных ученых объем азотфиксации свободноживущими diaзотрофами оценивается от 6-8 до 15-12 кг/га в год и зависит, в первую очередь, от активности фотосинтетической деятельности растений, обеспеченности их элементами минерального питания и влажности почвы. Это обусловлено тем, что источником углеводов для свободноживущих diaзотрофов служат эксудаты корневой системы растений.

Проблему создания достаточного количества белка нельзя решить без использования биологического азота в земледелии. Определение оптимального соотношения биологического азота и азота минеральных удобрений дает возможность сбалансировать и увеличить число полезных звеньев круговорота питательных веществ в земледелии и не вызвать нарушение равновесия в окружающей среде. Поэтому изучение биологической фиксации атмосферного азота имеет не только чисто научный, но и практический интерес, т.к. выявляется степень подавления симбиотической азотфиксации разными нормами азотных удобрений, минеральный азот идет в компенсацию снижения количества фиксированного азота воздуха.

По данным Г.С.Посыпанова и В.Н.Мельникова применение минерального азота в виде подкормок, 90 кг/га весной под первый укос (козлятник восточный) и 75 кг/га под второй сдвигало фазу максимального развития симбиотического аппарата на более поздние сроки, существенно снижало число и массу клубеньков на корнях, в 1,5 раза снижался общий и в 2,5 раза активный симбиотический потенциал, резко сокращалась доля активных клубеньков в общей их массе, в результате уровень биологической азотфиксации уменьшался почти в три раза [2,5]

Если в вариантах без применения азотных удобрений в среднем за два года более 120 кг/га азота козлятник потреблял из воздуха, то при внесении азотных подкормок количество симбиотически фиксированного азота уменьшалось до 50 кг/га, т.е. растения переходили на минеральный автотрофный тип питания. Аналогичные результаты получены и по другим зернобобовым культурам. Посевы сои фиксируют азот атмосферы в пределах 60-80 кг/га, а в более оптимальных условиях доля атмосферного азота может достигать до 100 и более кг/га. Посевной горох в естественных условиях, при наличии в почве достаточного количества влаги, после благоприятного предшественника, может формировать симбиотический аппарат, способный фиксировать азот атмосферный до 60-80 кг/га.

В отличие от других зерновых культур зеленый горошек, который имеет вегетационный период всего 65-80 дней (в среднем), естественно, что фиксирует меньше азота атмосферы, чем посевной горох, выращиваемый до полного созревания. Это связано с тем, что сроки уборки зеленого горошка

определяются с технологическим состоянием зерна, оно должно соответствовать требованиям консервной промышленности как по физическим свойствам, так и по химическим составом [5,6,7].

Наблюдения и анализы показали, что растения зеленого горошка, независимо от зоны возделывания реагировали на применение минерального азота в формировании симбиотического и фотосинтетического аппаратов, а также на их деятельности.

В начальных фазах роста и развития зеленого горошка потребление азота растениями составляло 40-50 кг/га (фаза цветения), при образовании бобов и формировании семян потребность в азоте существенно повышалась. В таблице 1 приводятся результаты анализов по вариантам опыта.

Таблица 1 – Потребление азота растениями зеленого горошка и его продуктивность в зависимости от доз минерального азота и зоны возделывания (фаза налива семян, 2017-2018 гг)

Варианты опыта	Потреб N раст, кг/га	Фиксир Nвоздуха кг/га	Доля N фикс. от общего потребления, %	Площадь листьев, т.м <sup>2</sup> /га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> в сутки	Масса зерна, г/раст	Урожай, т/га	Выход конс. банок, шт/га
<b>Степная зона</b>								
Контроль -Фон	112,3	40,6	36,2	30,4	1,9	6,5	5,0	714
Фон+N <sub>20</sub>	123,4	43,5	36,4	31,5	2,3	7,0	5,6	800
Фон+N <sub>30</sub>	124,2	45,1	36,3	32,3	2,4	7,2	5,8	818
Фон+N <sub>45</sub>	124,5	43,8	35,8	32,8	2,5	7,2	5,8	818
Фон+N <sub>60</sub>	123,3	42,4	34,3	33,1	2,6	7,0	5,7	810
НСР <sub>05</sub>	-	-	-	-	-	-	0,19	-
<b>Предгорная зона</b>								
Контроль -Фон	118	60,6	5,9	32,3	2,9	8,2	6,2	885
Фон+N <sub>20</sub>	125	62,3	50,2	32,9	3,2	8,8	6,4	941
Фон+N <sub>30</sub>	121	62,8	52,1	33,8	3,3	8,7	6,4	912
Фон+N <sub>45</sub>	120	60,4	50,2	34,3	3,3	8,7	6,4	912
Фон+N <sub>60</sub>	119	59,1	50,0	35,1	3,2	8,6	6,3	900
НСР <sub>05</sub>	-	-	-	-	-	-	0,17	-

Анализы показали, что внесение в почву минерального азота повлияло на его потребление растениями зеленого горошка, на количество фиксированного азота воздуха и на долю фиксированного от общего потребления азота растениями. В степной зоне потребление азота растениями в фазе налива семян составило 112-125 кг/га в зависимости от доз применяемого минерального азота. Фиксированный азот воздуха по вариантам опыта находился в пределах 40-45

кг/га, а его доля от общего потребления –34,3 %, т.е почвенный азот составил более 65%, преобладает автотрофный тип азотного питания.

Сравнение площади листьев и ЧПФ (чистая продуктивность фотосинтеза) в условиях степной зоны показало, что между вариантами опыта большой разницы не было. Листовая площадь составляла 30-33 м<sup>2</sup>/га, а чистая продуктивность растений -2,8-3,2 г/м<sup>2</sup> в сутки [8].

В отличие от степной зоны в предгорной все показатели симбиотической деятельности растений были выше, особенно выделяется доля фиксированного азота от общего потребления растениями. Фиксированный азот воздуха в предгорной зоне составил более 50%. Что касается, площади листьев и ЧПФ, то растения в предгорной зоне характеризуются более высокими показателями относительно степной зоны как по площади листьев, так и по ЧПФ. Это относится ко всем вариантам опыта, т.е за счет симбиотической азотфиксации для потребляемого азота растениями больше половины от общего потребления.

Формирование клубеньковых бактерий, количество фиксированного азота воздуха и его доля от общего потребления растениями зеленого горошка по вариантам опыта в одной зоне находятся почти на одном уровне, не наблюдается большой разницы.

Это значит, что вносить большие дозы минерального азота на посевах зеленого горошка нет необходимости. Достаточно создать растениям оптимальные условия и за счет симбиотрофного типа питания азотом растения вполне могут формировать высокие урожаи зерна [9].

Величина урожая сельскохозяйственных культур зависит от массы зерна одного растения и количества продуктивных стеблей. Масса зерна одного растения в наших опытах (степная зона) составила 6,5-7,2 грамма, а в предгорной зоне – 8,6-8,8 грамма. Естественно, что климатические условия в предгорной зоне наиболее благоприятны, поэтому все показатели элементов продуктивности растений выше.

Урожайность зеленого горошка в вариантах опыта в степной зоне составила в среднем 5,6-5,8 т/га, а в предгорной – 6,2-6,4 тонны. Выход – консервных банок (0,7 л) с урожая одного гектара в степной зоне находится в пределах 800-818 штук, кроме контрольного варианта. Что касается предгорной зоны, то выход консервных банок с урожая одного гектара составил 900-940 штук. Это экономически очень выгодно, себестоимость продукции существенно снижается за счет симбиотрофного типа питания азотом растения.

Таким образом, применение минерального азота на посевах зеленого горошка не имеет ощутимого эффекта, однако для начального роста и развития растений желательно вносить в почву азотное удобрение в небольших дозах, до формирования симбиотического аппарата. Увеличение дозы минерального

азота до 60-90 кг д.в на гектар экономически не выгодно, т.к оно не способствует повышению урожайности, тем более затраты на приобретение и внесение минерального азота в почву повышают себестоимость продукции.

Количество фиксированного азота воздуха и его доля от общего потребления растениями в условиях предгорной зоны характеризуются более высокими показателями, чем в степной зоне. Масса зерна одного растения, урожайность и его качество в предгорной зоне выражены лучшими показателями. Содержание сахара и крахмала находится на должном уровне для получения консервов высокого качества. В вариантах с применением минерального азота в зерне повышается на 3-5% содержание белка, что нежелательно для консервирования, особенно, если сроки уборки затягиваются по субъективным и не объективным причинам.

**Область применения результатов:** сельскохозяйственные предприятия, консервная промышленность.

**Выводы.** Растения зеленого горошка в оптимальных условиях формируют симбиотический аппарат, способный фиксировать азот атмосферы до 60-80 кг/га. В таких случаях доминирует симбиотрофный тип азотного питания растений, составляя не менее 50-55% от общего потребления азота.

Применение минерального азота на посевах зеленого горошка (норма (60-90 кг д.в на гектар) не приводит к существенному повышению продуктивности растений. Однако, в определенных случаях, когда еще не сформирован симбиотический аппарат, следует вносить в почву стартовую норму минерального азота (15-20 кг д.в на га), это обеспечит нормальный рост и развитие растений в начальных фазах.

При оптимальных условиях (почва, влага, питание, температура) выращивания зеленого горошка внесение в почву больших норм минерального азота, угнетающе действует на формирование клубеньковых бактерий и на их деятельность. Растения начинают использовать минеральный азот, подавляя симбиотическую деятельность, приобретение и внесение в почву минерального азота повышают себестоимость продукции, что экономически не выгодно.

### Литература

1. Плиев М.А. Азотфиксирующая активность и белковая продуктивность различных сортов в степной зоне РСО-Алания // Биологический азот. М., 2006.
2. Посыпанов Г.С. Биологический азот // Сборник научных статей. М, 2006. С. 168-230.
3. Доспехов Б.М. Методика полевого опыта. М., 1985.
4. Назаров А.А., Князев Б.М. Фотосинтетическая деятельность и урожайность разных сортов зеленого горошка // Мат.межд.науч практ конф. Владикавказ, 2017.

5. Храмой В.К. Эффективность применения азотных удобрений под вико-злаковые смеси // Биологический азот. М., 2006.
6. Кандроков Ж.М. Перспективы сорта зеленого горошка для консервной промышленности. ЦНТИ. Нальчик, 2001.
7. Флауенбаум Б.М. Технология консервирования плодов и овощей. М.: «Колос», 1993.
8. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений. М, 1983. С. 35-40.
9. Чинко Н.Б. Сортоспецифичность гороха полевого и посевного по активности симбиоза, урожайности и белковой продуктивности в условиях ЦЧН // Биологический азот. М., 2006.

### References

1. Pliev M.A. Azotfiksiruyushchaya aktivnost' i belkovaya produktivnost' razlichnyh sortov v stepnoj zone RSO-Alaniya // Biologicheskij azot. M., 2006.
2. Posypanov G.S. Biologicheskij azot // Sbornik nauchnyh statej. M, 2006. S. 168-230.
3. Dospikhov B.M. Metodika polevogo opyta. M., 1985.
4. Nazarov A.A., Knyazev B.M. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' i urozhajnost' raznyh sortov zelenogo goroshka // Mat.mezhd.nauch prakt konf. Vladikavkaz, 2017.
5. Hramoj V.K. Effektivnost' primeneniya azotnyh udobrenij pod viko-zlakovye smesi // Biologicheskij azot. M., 2006.
6. Kandrov ZH.M. Perspektivy sorta zelenogo goroshka dlya konservnoj promyshlennosti. CNTI. Nal'chik, 2001.
7. Flauenbaum B.M. Tekhnologiya konservirovaniya plodov i ovoshchej. M.: «Kolos», 1993.
8. Nichiporovich A.A. O putyakh povysheniya produktivnosti fotosinteza rastenij. M, 1983. S. 35-40.
9. CHinko N.B. Sortovaya specifichnost' goroha polevogo i posevnogo po aktivnosti simbioza, urozhajnosti i belkovej produktivnosti v usloviyah CCHN // Biologicheskij azot. M., 2006.