

**2. Содержание питательных веществ в семенах гороха и вики  
(% на сухое вещество) в 2003...2005 гг.**

Культура	Фон удобрений	Белок	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сырая зола	БЭВ
Горох	1	22,97	1,52	5,19	2,49	57,96
	2	23,89	1,61	5,44	2,62	56,76
Вика	1	24,09	1,69	5,72	2,94	56,85
	2	24,87	1,72	5,94	3,20	55,60

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

- Урожайность семян гороха и вики составила по 2-ому фону удобрений - у гороха 24,3 ц/га (навоз + минеральные удобрения) и 25,0 ц/га (солома + минеральные удобрения), у вики соответственно 16,9 ц/га и 18,3 ц/га;

- Применение соломы в сочетании с минеральными удобрениями повышало белковую продуктивность гороха в среднем за годы исследований на 39 кг/га, вики на 48 кг/га.

- В семенах гороха содержалось белка 22,97% по 1-ому фону до 23,89% по 2-ому фону удобрений, сырого жира - 1,52% по первой и 1,61% по второй системам удобрений, сырой клетчатки 5,19% и 5,44%, БЭВ – 57,96 и 56,76%, сырой золы – 2,49 и 2,62% соответственно.

По 2-ому фону удобрений содержание белка в семенах вики было больше (24,87%), чем по первому фону (24,09%), сырого жира 1,69-1,72%, сырой клетчатки 5,72-5,94%, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) – 56,85-55,60%, золы – 2,94-3,20% соответственно вариантам опытам.

#### Литература

1. Морозов В. И. Дифференциация систем земледелия и их практическое освоение в лесостепи Поволжья. Сб. науч. тр.: Дифференциация систем земледелия и плодородие чернозема лесостепи Поволжья. Ульяновск, 1996. с. 12-31
2. Парахин Н. В. Экологическая устойчивость и эффективность растениеводства: теоретические основы и практический опыт. С.: КолосС, 2002, 199 с.

УДК 635,656 + 631.582

## АКТИВНОСТЬ БОБОВОРИЗОБИАЛЬНОГО СИМБИОЗА И УРОЖАЙНОСТЬ ГОРОХА В СЕВООБОРОТАХ И БЕССМЕННЫХ ПОСЕВАХ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ

*Р.С. Голомолзин, к.с.-х.н., Ульяновская ГСХА*

Дефицит азотных удобрений является одной из причин замедления темпов роста урожайности зерновых культур и ухудшения качества зерна. По этой же причине обострилась проблема производства растительного белка для пищевых целей и нужд животноводства.

Эти обстоятельства вынуждают вести поиск альтернативных, энергоэкономных и экологически безопасных источников азота и накопления ресурсов растительного белка. Таким источником в современном земледелии лесостепи Поволжья являются зернобобовые культуры, в первую очередь

горох. Речь идет о зерне гороха, как концентрированном источнике растительного белка, а также о биогенных ресурсах плодородия почвы: биологическом азоте, воспроизводимым за счет бобоворизо-биального симбиоза, соломе, используемой на удобрение после уборки урожая и, естественно, пожнивно-корневых остатках.

Проблема повышения активности бобоворизо-биального симбиоза диктуется экономическими и экологическими соображениями, то есть экономией энергоресурсов и сохранением экологического равновесия в агроландшафтах.

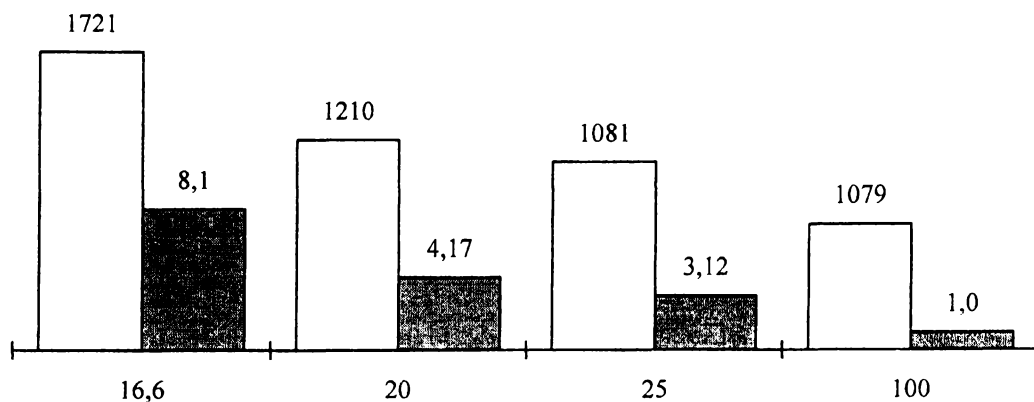


Рис. 1. Количество и масса клубеньков на корнях гороха в севооборотах и беспаханных посевах в фазу ветвления в среднем за 1996-2000 гг.

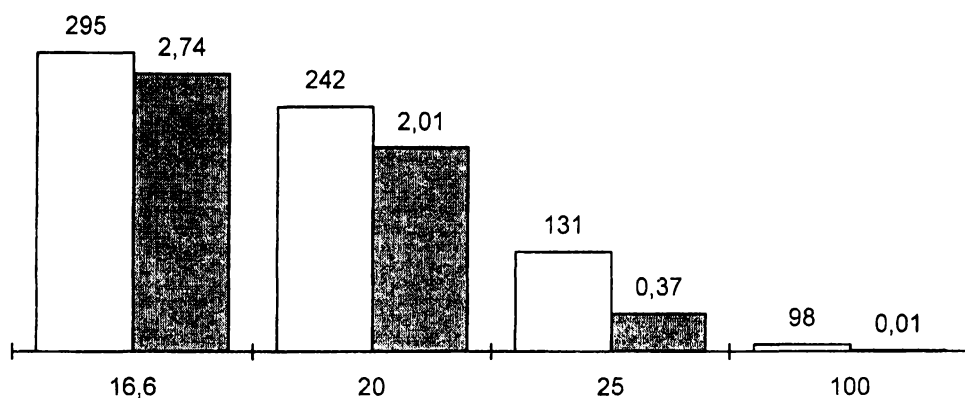
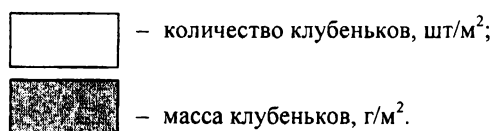


Рис. 2. Количество и масса клубеньков на корнях гороха в севооборотах и беспаханных посевах в фазу цветения в среднем за 1996-2000 гг.



Одним из основных показателей продуктивности симбиотической фиксации азота воздуха является количество и масса клубеньков, формируемых на корнях растений гороха (Г.С. Посыпанов, 1991; Ф.Р. Минибаев, 1996).

В наших опытах клубеньки, как правило, образовывались на 5-12 день после всходов в зависимости от гидротермических условий года. Через 5-8 дней после образования клубеньков в них появлялся красный пигмент – леггемоглобин (Лб), обеспечивающий энергетические центры кислородом и способствующий высвобождению энергии для фиксации азота воздуха. В фазу начала образования бобов клубеньки начинали зеленеть – леггемоглобин (Лб) переходит в холеглобин (Хб) и через 3-4

дня клубеньки отмирали. Наблюдение за развитием и формированием симбиотического аппарата культуры в фазу созревания показало, что во всех исследуемых севооборотах, а также при беспаханном возделывании, клубеньки на корнях гороха за этот период не образовывались.

Обследование посевов показало, что наилучшее развитие симбиотического аппарата гороха в среднем за годы исследований (1996-2000) было достигнуто в севообороте с долей посевов 16,6% и составило в фазу ветвления 1721 шт/м<sup>2</sup> и в фазу цветения 295 шт/м<sup>2</sup> (рис. 1, 2). В севооборотах с долей посевов гороха 20% и 25%, наблюдалось снижение количества клубеньков в фазу ветвления до 1210...1081 шт/м<sup>2</sup> и в фазу цветения соответственно до 242...131 шт/м<sup>2</sup>.

### 1. Общий и активный симбиотический потенциал гороха за период ветвление – цветение за 1996-2000 гг., кг сут/га

Доля гороха в севообороте, %	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	В среднем за 5 лет
16,6	<u>2745</u>	<u>930</u>	<u>275</u>	<u>465</u>	<u>782</u>	<u>1039</u>
	2592	740	121	370	690	903
20	<u>1494</u>	<u>555</u>	<u>154</u>	<u>313</u>	<u>460</u>	<u>595</u>
	1377	490	44	256	368	507
25	<u>639</u>	<u>460</u>	<u>132</u>	<u>266</u>	<u>368</u>	<u>373</u>
	576	310	44	199	241	272
100 (бессменно)	<u>337</u>	<u>40</u>	<u>7</u>	<u>114</u>	<u>23</u>	<u>104</u>
	306	30	5	85	9	87

Примечание: над чертой – общий симбиотический потенциал  
под чертой – активный симбиотический потенциал

Величину симбиотического аппарата гороха полнее характеризует масса клубеньков (А.В. Дозоров, 1992).

Динамика массы клубеньков по годам исследований имела общую тенденцию к уменьшению от фазы ветвления до фазы цветения и в зависимости от уровня концентрации гороха в севооборотах и составляла в среднем за годы исследований в фазу ветвления от 8,1 г/м<sup>2</sup> в севообороте с долей посевов гороха 16,6% до 1,0 г/м<sup>2</sup> в бессменных посевах и в фазу цветения от 2,7 до 0,01 г/м<sup>2</sup> соответственно.

Снижение интенсивности развития симбиотического аппарата гороха в севооборотах с разным уровнем концентрации посевов обусловлено инфицированностью растений корневыми гнилями.

Зависимость формирования количества клубеньков на корнях гороха (у, шт/м<sup>2</sup>) от интенсивности развития корневых гнилей (х, %) определялась уравнением прямой линии, которое имело вид:

$$y = -52,452x + 2434,2 \quad [1]$$

Коэффициент корреляции ( $r = -0,89$ ) указывает на тесную обратную связь количества клубеньков с развитием корневых гнилей на корнях гороха: чем выше интенсивность развития корневой гнили, тем меньше образуется клубеньков. По этой причине в бессменных посевах гороха за период ветвление - цветение наблюдалось резкое снижение количества клубеньков от 1079 до 98 шт/м<sup>2</sup>, а массы соответственно – от 1,0 до 0,01 г/м<sup>2</sup> по сравнению с возделыванием культуры в севооборотах.

Наиболее полным и обобщающим показателем развития и функционирования симбиотического аппарата гороха является симбиотический потенциал (СП).

В 1998 и 1999 годах в связи с неблагоприятными условиями увлажнения для активного бобово-ризобиального симбиоза гороха наблюдалась тенденция к уменьшению массы клубеньков с леггемоглобином за период ветвление - цветение. Вследствие этого активный симбиотический потенциал гороха за эти годы имел минимальные размеры и составил по севооборотам от 44...121 до 199...370

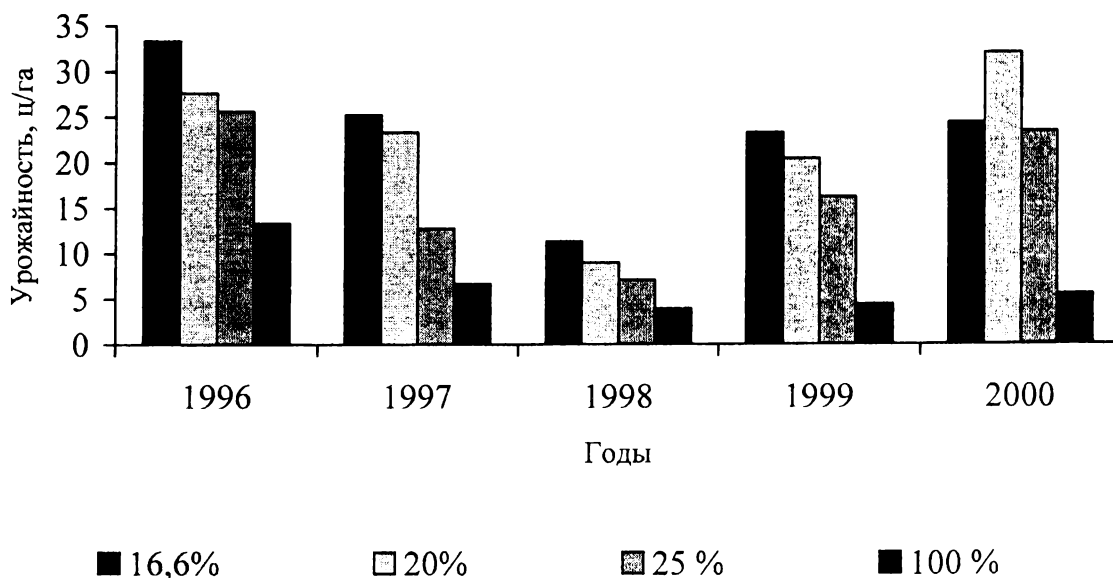
кг сут/га и в бессменных посевах 5 и 85 кг сут/га (табл. 1). В 1997 и 2000 годах показатель АСП по севооборотам практически не изменялся, за исключением бессменного выращивания культуры. 1996 год был более благоприятным для накопления массы клубеньков, содержащих леггемоглобин. В севообороте с долей посевов гороха 16,6% размер АСП был наибольшим и составил 2592 кг сут/га, тогда как в севооборотах с 20 и 25% гороха наблюдалось снижение этого показателя до 1377-567 кг сут/га соответственно. При бессменном возделывании показатель АСП был минимальным и составил 306 кг сут/га.

В среднем за годы исследований наибольший АСП – 903 кг сут/га был в севообороте с уровнем концентрации посевов гороха 16,6%, а наименьший при бессменном возделывании – 87 кг сут/га.

Одним из основных показателей эффективности возделывания культуры является урожайности.

Исследования показали значительную изменчивость урожайности гороха, что было обусловлено как абиотическими факторами (температура, осадки), так и биологическими (болезни, сорняки, вредители). Повышению урожайности культуры, отмеченном в 1996 и 2000 годах по всем вариантам опыта, способствовали благоприятные гидротермические условия за вегетационный период. В 1997 и 1999 годах урожайность культуры была ниже в 1,2-2,0 раза. Неблагоприятные условия увлажнения, сложившиеся в 1998 году, привели к резкому снижению урожайности гороха до 7,1-11,3 ц/га в севооборотах и 3,9 ц/га при бессменном возделывании культуры (рис. 3).

Несмотря на размещение гороха по одному и тому же предшественнику, урожайность его в 6-типольном севообороте была наибольшей и составила в среднем за 1996-2000 гг. 25,5 ц/га, тогда как в севообороте с долей посевов 20% урожайность гороха снижалась на 3,1 ц/га. В 4-хпольном севообороте с долей посевов гороха 25% его урожайность составляла 17,0 ц/га, что на 8,5 ц/га меньше, чем в 6-типольном севообороте. Это объясняется усилением влияния на культуру патогенных грибов афа-



**Рис. 3. Урожайность гороха в зависимости от уровня концентрации посевов в севооборотах и при бессменном возделывании за 1996...2000 гг.**

номицетной корневой гнили в связи с частым периодом возврата на прежнее поле (В.И. Морозов и др., 2002). При бессменном возделывании урожайность гороха составила в среднем за годы исследований только 6,8 ц/га, что на 10,2-18,7 ц/га меньше, чем в севооборотах.

Зависимость урожайности гороха ( $Y$ , ц/га) от интенсивности развития корневой гнили ( $X_1$ , %) и засоренности посевов ( $X_2$ , шт/м<sup>2</sup>) определялась уравнением множественной корреляции, которое имело вид:

$$Y = 26,281 - 0,269X_1 - 0,213X_2 \quad (R^2 = 17,8) \quad [2]$$

Коэффициент детерминации показывает, что 17,8% изменений урожайности гороха вызваны ухудшением фитосанитарного состояния почвы и посевов, при этом на долю корневых гнилей приходится 8,8% и 9,0% - на численность сорных растений с 1 м<sup>2</sup>. Коэффициент корреляции ( $r = 0,42$ ) показывает среднюю зависимость урожайности гороха от этих факторов.

Таким образом, анализируя проведенные исследования, можно сделать следующие выводы:

- продолжительность активного симбиоза гороха изменялась по годам и в зависимости от условий увлажнения составила 18-23 дня;

- наилучшее формирование симбиотического аппарата гороха было отмечено в севообороте с долей посевов 16,6%;

- поражение гороха корневыми гнилями оказывало существенное влияние на развитие и размеры симбиотического аппарата ( $r = -0,89$ ), что связано с изменением уровня концентрации культуры в севооборотах.

- наибольший размер активного симбиотического потенциала гороха наблюдался в севообороте с 6-ти летним периодом возврата культуры на прежнее поле и составил в среднем за годы исследований 903 кг сут/га.

- формирование урожайности гороха было связано с напряженностью продукционного процесса растений. Реализация продуктивного потенциала гороха лимитировалась, с одной стороны, абиотическими факторами (условиями увлажнения), а с другой, неблагоприятным фитосанитарным состоянием почвы и посевов.

### Литература

1. Дозоров А.В. Формирование урожая гороха в зависимости от минерального питания и активности бобоворизобинального симбиоза в лесостепи Поволжья. - Дисс. ... кандидата с.-х. наук. - М., 1992. - 114 с.
2. Минибаев Ф.Р. Возможные пути регулирования азотфиксации в агроценозах. - Вестник Башкирского университета. - 1996. - № 2. - С. 33-36.
3. Морозов В.И., Голомолзин Р.С., Григорьев Е.О. Корневые гнили гороха и фитосанитарный интервал в ротации севооборотов лесостепи Поволжья. // Вестник УГСХА, серия «Агрономия». - 2002. - № 9. - С. 5-9.
4. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. - М.: ВО Агропромиздат, 1991. - 300 с.