

лимитирующей аминокислоте – лизину.

Микроудобрения оказали положительное влияние на содержание аминокислот в белке. Под их влиянием отмечена тенденция к увеличению содержания аминокислот на 10,5

– 26,8 %; лизина на 6,7–12,7 %, прослеживается тенденция более интенсивного накопления в зерне железа, меди, цинка, марганца, магния, кобальта, селена.

УДК 635.656:631.531.17

ДИНАМИКА ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАСТЕНИЯХ ГОРОХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН DYNAMICS OF THE NUTRITIOUS SUBSTANCES IN PEA'S PLANT DEPENDING ON INOCULATION OF THE SEED

О.В.Костин

O.V.Kostin

*Министерство сельского хозяйства Ульяновской области
Ministry of Agriculture of Ulyanovsk region.*

In the article are shown the dates on influence of inoculation of the seeds with resitorphin, pectin and microelements of macro- and microelement coming in. It is established, that under influence of the preparations the increasing of intensity of nitrogen, phosphorus and microelements, talc's place.

Более 15 лет на кафедре биологии, ТХППР проводятся исследования по изучению влияния обработки семян различными инокулянтами на продукционные процессы, урожайность и качество гороха (1,2,3) в полевых и производственных условиях произрастания.

Опыты проводились на опытном поле Ульяновской ГСХА и в различных хозяйствах области. Исследования проводились в рамках ГНТП Министерства сельского хозяйства РФ.

Агрохимическая характеристика почвы: реакция среды в пахотном слое почвы pH_{KCl} в пределах 6,0, содержание гумуса 4,5 – 5,0%, содержание подвижного фосфора и обменного калия по Чирикову, соответственно 143 и 135 мг/кг. Степень насыщенности почвы основаниями составляет 96,4 – 97,8%, сумма поглощенных оснований 25,5 – 25,8 мг экв/100 г почвы. Обеспеченность почвы используемыми микроэлементами бедная: молибдена 0,1-0,2 и марганца 25-40 мг/кг почвы. Семена инокулировали ризоторфином, пектином совместно с микроэлементами – синергистами Mn и Mo перед посевом протравливателем ПС-10.

Опыты закладывались в четырехкратной повторности на делянках учетной площадью 100 м². Производственные опыты – на площадях 40-480 га, а в учхозе начиная с 1996г. на всей площади посева (более 1000га).

Схема опыта 1992-1994гг.

1) контроль,(К),
2) $\text{P}_{60}\text{K}_{55}$ (ПК),
3) ПК + инокуляция (ПК + Рт)
4) ПК + MnSO_4 (ПК + Mn),
5) ПК+ $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ (ПК + Mo)
6) ПК + MnSO_4 + $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ (ПК + Mn + Mo)

7) ПК + инокуляция + MnSO_4 (ПК + Рт + Mn)

8) ПК + инокуляция + $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ (ПК + Рт + Mo)

9) ПК + инокуляция + MnSO_4 + $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ (ПК + Рт + Mn + Mo)

Производственные опыты с вариантом ПК + Рт + Mn + Mo.

Схема опыта 2004-2006гг.

1) контроль
2) MnSO_4 + $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$
[фон]+ризоторфин

3) фон + пектин из *Amarantus cruentus*.

Инокуляцию ризоторфином, молибдатом аммония и сульфатом марганца (0,5% растворы), пектин (0,05% раствор) из расчета 2л раствора на 1ц семян гороха проводили в день посева.

Погодные условия за период проведения исследований были различными от благоприятных до острозасушливых 1995г. Агротехника общепринятая для зоны, норма посева – 1,4 млн всхожих семян на 1га, сорта Труженик и Таловец 77.

Исследования проводили по стандартным методикам. Коэффициент взаимодействия – по В.И.Костину и В.К.Исайчеву

$$K_a = \frac{\sum P - (P_1 + P_2 + \dots + P_n)}{\sum P}, \text{ где}$$

$K_{вз}$ – коэффициент взаимодействия;

$\sum P$ – эффект от суммы факторов;

P_1, P_2, P_n – действия изолирующих факторов.

Проведенные нами исследования (1992-1995гг.) показывают, что максимальное количество азота содержится у молодых растений, причем как в благоприятные по метеорологическим условиям годы, так и в засушливые. Высокая концентрация в молодых растениях объясняется содержанием большого количества белков, идущих на построение тканей растений.

Статистический анализ показывает, что урожайность гороха находится в зависимости от содержания азота в начале вегетации. Установлена статистическая модель $Y = -44,984 + 17,554x_1$ (x_1 – содержание азота в фазу всходов), $D=94\%$, $R=0,97$.

На содержание азота существенное влияние оказывают ризоторфин и микроэлементы в течение всего онтогенеза. В зависимости от фазы роста и развития разница между контролем и опытными вариантами колеблется от 0,03 до 0,41%.

Количество азота в листьях к моменту созревания уменьшается, так как происходит отток его к репродуктивным органам, более усиленная реутилизация происходит при обработке семян микроэлементами и инокуляции. Снижение азота происходит из-за более интенсивного восстановления нитратных соединений под действием марганца и молибдена, входящих в состав фермента нитратредуктазы, в результате наблюдается уменьшение нитратов в семенах на 10-14 мг/кг и увеличение белка на 0,7-1,2%

Количество фосфора в растениях изменяется в процессе онтогенеза, к концу вегетации уменьшается как в опытных, так и в контрольных вариантах. В фазу налива семян содержание фосфора уменьшается в 1,6-2,8 раза. Необходимо отметить, что урожайность гороха зависит от содержания фосфора в начале вегетации. Статистическая модель выглядит следующим образом:

$Y = -6,69 + 94,15x_1$, где x_1 – содержание фосфора в растениях гороха в начале вегетации. ($D=90,88\%$, $R=0,95$).

Проведенные нами исследования показывают, что на всех вариантах поступление калия имеет сходный характер: наибольшее его содержание наблюдается в начале вегетации, затем до налива семян практически на одинаковом уровне, а в фазу налива происходит уменьшение его количества. В фазу полной спелости в семенах по сравнению с биомассой калия содержится в 1,43-1,63 раза меньше, а по сравнению со всходами – более чем в 2 раза. На содержание калия в течение всего онтогенеза оказали влияние фосфорно-калийные удобрения (в пределах 3,8-9,3%), причем эта закономерность наблюдается во все годы исследований. На изменение содержания калия ризоторфин и микроэлементы практически не оказывали влияния в течение онтогенеза за исключением совместного использования ризоторфина, марганца и молибдена, где наблюдается тенденция незначительного увеличения количества калия.

Таким образом, проведенные нами исследования показывают, что максимальное количество питательных веществ содержится в молодых растениях. Количество всех микроэлементов в биомассе к моменту созревания снижается, т.к. происходит отток их к репродуктивным органам. Под влиянием ризоторфина и микроэлементов происходит повышение интенсивности поступления и передвижения азота и фосфора в вегетативные органы и происходит усиление оттока их соединений в репродуктивные органы.

Наши исследования показывают, что по всем вариантам опыта динамика поступления микроэлементов имеет сходную картину.

Содержание Fe, Mn, Mo по фазам имеют тенденцию к снижению, а Zn, Cu, Co колеблется по фазам роста и развития гороха. Тенденция к увеличению наблюдается в содержании йода, причем его количество увеличивается только в биомассе, а в репродуктивных же органах содержание йода уменьшается.

По степени накопления в биомассе с фазы всходов до фазы цветения изучаемые микроэлементы составили ряд: $Fe > Mn > Mo > Zn > Cu > Co > J$. Начиная с фазы налива семян элементный ряд по содержанию ми-

Таблица 1. Коэффициенты взаимодействия между ризоторфином, марганцем и молибденом в онтогенезе гороха по накоплению микроэлементов, 1992-1994гг.

Фенофазы	Микроэлемент						
	Fe	Mn	Zn	Cu	Co	J	Mo
Всходы	0,15	0,27	-0,3	0,22	0	0	0,22
Стеблевание	0,29	0,55	0,14	-0,42	0	0	0,37
Бутонизация	-0,15	-0,13	0,71	0	0,5	1,0	0,02
Цветение	0,09	0,64	0,36	0	1,0	0,08	0,38
Налив семян (биомасса)	0,18	0,32	0,50	0	0	0	0,42
Налив семян (бобы)	0,73	0	0,31	0,62	0,33	1,0	0,55
Полная спелость (семена)	0,70	0,67	0,38	0,28	0,2	0,26	0,62

крослементов в биомассе и семенах принимает следующий вид: Fe>Zn>Mn>Mo>Cu>Co>J. По данному элементному ряду можно судить об избирательном накоплении микроэлементов растениями. Элементы распределились в ряду с точки зрения физиологической значимости для роста и развития гороха. Под влиянием используемых факторов общие закономерности данного процесса не изменяются, но наблюдается тенденция более интенсивного накопления почти всех микроэлементов, особенно в вариантах ризоторфина с Mo и Mn.

Нами впервые был проведен расчет коэффициентов взаимодействия ризоторфина, марганца и молибдена (табл. 1).

Исследования показывают, что за исключением железа и марганца в фазу бутонизации, цинка – в фазу всходов и меди – в фазу стеблевания, коэффициент взаимодействия с отрицательным знаком, т.е. в данном случае наблюдается отрицательный антагонизм. Вместе с тем физиологический процесс имеет положительный характер. В процентном отношении показатели содержания выше фонового контроля (PK).

В десяти случаях проявляется сложение суммы эффектов, т.е. аддитивность, в трех случаях коэффициент синергизма равен единице, т.е. повышение содержания микроэлементов произошло исключительно за счет усиления одного фактора другим. В остальных 32 слу-

чаях – типичный синергизм действия.

Особенно большой интерес вызывает вопрос синергизма бактериальных удобрений и микроэлементов, способных превращать молекулярный азот в азот биологический. Противоречивость информации о накоплении биологического азота, особенно с точки зрения антагонизма и синергизма ионов, вызывает необходимость разработки путей повышения биологического потенциала продуктивности азотфиксации. В ходе наших исследований мы пришли к выводу, что микроэлементы-синергисты молибден и марганец при обработке семян гороха, способствуют накоплению микроэлементов в вегетативных органах и семенах.

Аналогичная картина получена и в опытах (2004-2006гг) и в производственных условиях. Усиление минерального питания и поступления микроэлементов, усиление синергетического процесса между Mn, Mo и ризоторфином способствует повышению урожайности гороха. В полевых условиях (1992-1995гг) на 18,9-36,5% в зависимости от микроэлементов. Наибольшая урожайность получена на варианте PK + MnSO₄ + (NH₄)₂MoO₄, где урожайность повышается на 0,6 т/га при урожайности на контроле 1,64 т/га. Двухфакторный дисперсионный анализ показывает, что влияние времени (год исследований 1-й фактор) составляет 52,29%, второй

Таблица 2. Влияние ризоторфина и микроэлементов на урожайность гороха в условиях СПК «Родина», т/га

Вариант	Год проведения опыта, площадь, контроль/опыт						
	1994 40/60	1995 40/480	1996 40/460	1997 45/420	1998 45/380	1999 40/260	2000 40/120
Контроль	1,96	0,64	2,42	1,74	1,96	0,80	1,81
Rt+Mn+Mo	2,37	0,81	2,76	1,89	2,38	0,99	2,22

Таблица 3. Урожайность гороха в учхозе УГСХА, т/га

Вариант	1996	1997	1998	1999	2000	В сред- нем	Прибавка	
							т/га	% к кон- тролю
I отделение								
Контроль	2,83	1,89	1,91	1,21	2,04	1,90	-	100
Pт+Mn+Mo	3,17	2,17	2,27	1,44	2,37	2,28	0,31	115,9
II отделение								
Контроль	2,52	1,70	1,51	1,39	2,56	1,94	-	100
Pт+Mn+Mo	2,86	1,95	1,72	1,60	2,80	2,19	0,25	112,8
III отделение								
Контроль	2,13	1,66	2,01	1,20	1,98	1,79	-	100
Pт+Mn+Mo	2,49	1,92	2,39	1,46	2,29	2,11	0,32	117,8

фактор (варианты с повторениями) составляет 29,2%, а их взаимодействие – 11,55%, т.е. за счет только взаимодействия можно повысить урожайность более чем на 10%.

С оптимальным вариантом несколько лет проводились производственные испытания (табл. 2).

Результаты показывают, что под действием инокуляции семян ризоторфином и микроэлементами урожайность гороха увеличивается на 18,5 %, следует указать, что во все годы производственных испытаний получена прибавка, а в экстремальные годы прибавка урожайности составляет 23,7–26,5%.

В условиях учхоза академии данный агроприем внедряется с 1996 г. на всех трех отделениях и на всей площади. Ежегодно под опыты засеивается более 1000 га. Данные по

всем отделениям учхоза УГСХА приведены в таблице 3.

В среднем за 1996-2000 гг. на варианте Pт+Mn+ Mo прибавка урожайности гороха составила 0,29 т/га (15,5%).

Аналогичные данные получены и в опытах 2004-2006гг. урожайность в среднем за 3 года составляет 21,5 т/га на контроле и 2,5 т/га на варианте $MnSO_4+(NH_4)_2MoO_4+$ ризоторфин+пектин. В наиболее благоприятный год урожайность составила 2,42–2,68 т/га, а в 2005-2006 гг соответственно 1,88–2,32 т/га.

Результаты исследований показывают, что применение пектина и микроэлементов для инокуляции совместно с бактериальным удобрением способствует получению более высоких и стабильных урожаев такой белковой культуры, как горох.

Литература:

1. Костин О.В. Урожайность и качество гороха в зависимости от обработки семян ризоторфином и микроэлементами в лесостепи Поволжья: автореф. диссерт. на соискание уч. степени канд. с.-х.н. – Пенза, 2002. – 24с.
2. Дозоров А.В., Костин О.В. Оптимизация производственного процесса сои и гороха в лесостепи Поволжья. – Ульяновск, 2003. –166с.
3. Костин О.В. Активность бобово-ризобиального аппарата и продуктивность гороха в зависимости от природных росторегуляторов и микроэлементов./Аграрная наука, №2, 2009. – С. 28-30.