ВЛИЯНИЕ ДОЗ АЗОТА И ПРЕПАРАТА РИЗОТОРФИН НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОСЕВНОГО ГОРОХА В УСЛОВИЯХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ ПРЕДУРАЛЬЯ

АЛЁШИН Матвей Алексеевич, Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова

СУББОТИНА Мария Георгиевна, Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова

4

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Представленные результаты полевого двухфакторного опыта в условиях дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы позволили установить влияние возрастающих доз азота (фактор А) на агрохимические показатели почвы и зерновую продуктивность растений гороха посевного. Сортную отзывчивость опытной культуры изучали на фоне обработки посевного материала бактериальным препаратом Ризоторфин (фактор В). По результатам агрохимического анализа установлена тесная корреляционная зависимость ($r = 0,70-0,99$) между изучаемыми дозами азота (N_{30-120}) и количеством его минеральных форм ($N-NO_3 / N-NH_4 / N_{мин}$) в почве. За счет использования для инокуляции семян гороха бактериального препарата Ризоторфин прибавка урожайности составила 4,45 ц/га, при НСР05 = 1,85 ц/га. Отзывчивость растений гороха посевного на применение возрастающих доз азота была не однозначной, что связано с биологическими и сортовыми особенностями опытной культуры, а также применением бактериального препарата для обработки посевного материала. Использование «стартовых доз» азота обеспечило достоверное увеличение продуктивности гороха посевного на 1,96–6,43 ц/га, при НСР05 = 1,72 ц/га. Более высокие дозы азота (60–75 кг/га) обусловили снижение продуктивности гороха на 6,77–6,88 ц/га. Доза азота в 90 кг/га способствовала резкому повышению зерновой продуктивности до 23,34–29,59 ц/га. Дальнейшее повышение доз азота приводило к достоверному снижению урожайности. Более высокие экономические показатели получены при обработке семян Ризоторфином и использовании доз азота (N_{30-90}). Минимальная себестоимость 1 т зерна гороха сорта Агроинтел получена в варианте с обработкой семян бактериальным препаратом и внесением азота в дозе 30 кг/га, она составила 3,75 тыс. руб.

Введение. Среди всего видового разнообразия основной зернобобовой культурой в России является горох. Он обладает ценными качествами, поэтому употребляется в питании человека и кормлении животных, при этом горох посевной обладает особенностью использовать с помощью клубеньковых бактерий атмосферный азот [6].

В настоящее время оптимизация минерального питания полевых культур всё чаще осуществляется путем сбалансированного применения как минеральных, так и бактериальных удобрений [7]. Эффективность их использования зафик-

сирована не только при возделывании бобовых [4, 9, 11, 12], но и злаковых зерновых культур [1, 3, 10].

Использованию бактериальных препаратов и минеральных удобрений при возделывании гороха посевного посвящено большое количество исследований отечественных и зарубежных авторов [2, 5, 8, 13]. Среди ученых нет определенного мнения о том, как совместно влияют дозы азота и обработка семян бактериальным препаратом на развитие растений и семенную продуктивность гороха посевного. Поэтому цель исследования заключалась в изучении эффективности применения азотных удобре-

ний на фоне обработки семян гороха сорта Агроинтел бактериальным препаратом Ризоторфин в условиях дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы Предуралья.

Методика исследований. Для решения поставленных задач в 2014 г. на опытном поле Пермской ГСХА заложили двухфакторный полевой опыт методом расщепленных делянок по нижепредставленной схеме.

Фактор А – инокулирование посевного материала препаратом Ризоторфин: A_0 – без обработки, A_1 – с обработкой.

Фактор В – дозы азотных удобрений: $B_0 - N_0$, $B_1 - N_{30}$, $B_2 - N_{45}$, $B_3 - N_{60}$, $B_4 - N_{75}$, $B_5 - N_{90}$, $B_6 - N_{105}$, $B_7 - N_{120}$.

При наличии 4-кратной повторности в опыте, изучаемые варианты были представлены на 128 делянках, расположенных в 4 яруса. Общая площадь делянки составила 150 м^2 , учетная – 90 м^2 .

Объектом исследований выступал безлисточковый сорт гороха посевного – Агроинтел (зернового назначения). Азотные удобрения в виде аммонийной селитры вносились весной под культивацию. Часть семенного материала перед посевом вручную обрабатывалась бактериальным препаратом Ризоторфин согласно прилагаемой инструкции. Посев проводился в первой декаде мая рядовым способом при норме высева 1,4 млн всхожих семян на 1 га.

Горох способен давать высокие урожаи на хорошо окультуренных почвах с близкой к нейтральной реакцией среды. В условиях большинства почв для получения средних урожаев он наиболее часто испытывает потребность лишь в фосфоре, калии и небольшом количестве азота, так как способен фиксировать азот из атмосферного воздуха.

Почва опытного участка – дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая. Через 2 недели с момента полных всходов

отбирали смешанные почвенные образцы, в которых определяли агрохимические показатели почвы, представленные в табл. 1.

Почва характеризуется нейтральной реакцией среды, умеренно низкой емкостью катионного обмена при высокой степени насыщенности почв основаниями. Обеспеченность почвы минеральным азотом средняя. Обеспеченность почвы подвижными соединениями фосфора и обменного калия по Кирсанову повышенная и высокая соответственно.

Результаты исследований. При изучении влияния возрастающих доз азота необходимо располагать сведениями о содержании в почве минерального азота, которое влияет на продуктивность и качество конечной продукции возделываемой культуры. Данные о содержании аммонийного и нитратного азота в пахотном слое почвы представлены в табл. 2.

Содержание нитратного и аммонийного азота в почве зависит от почвенно-климатических условий, оно изменяется по временам года в зависимости от предшественника, возделываемой культуры и других факторов. В годы с меньшим количеством осадков, образование нитратного азота протекает более интенсивно, накопление его в пахотном слое почвы достигает значительных величин вследствие отсутствия выщелачивания и лучшей аэрации почвы. При внесении удобрений и, в первую очередь азотных, повышается плодородие дерново-подзолистой почвы, а вместе с ним и содержание подвижных форм азота [11].

При рассмотрении данных, полученных в ходе опытов, отметили, что содержание минерального азота напрямую зависело от доз вносимых удобрений. Согласно группировке по обеспеченности минеральным азотом для среднесуглинистых почв Нечерноземной зоны в вариантах

Таблица 1

Агрохимические показатели пахотного горизонта дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы

pH _{KCl}	Нг	S	ЕКО	V, %	N _{мин}	P ₂ O ₅	K ₂ O
	мг-экв./100 г почвы				мг/кг		
6,6	0,95	20,1	20,2	95,4	36,6	122,4	245,2

**Влияние возрастающих доз азота и инокулирования семян штаммом бактерий
на содержание нитратного и аммонийного азота в почве, мг/кг***

Дозы азота (фактор В)	Обработка Ризоторфином (фактор А)		Среднее по А
	A ₀	A ₁	
N ₀	6 + 3	4 + 5	5 + 7
	9	9	12
N ₃₀	22 + 48	16 + 30	13 + 28
	70	46	41
N ₄₅	40 + 56	17 + 56	19 + 45
	95	74	64
N ₆₀	49 + 59	27 + 65	25 + 56
	108	92	81
N ₇₅	55 + 78	21 + 79	28 + 72
	132	101	100
N ₉₀	31 + 94	35 + 78	29 + 80
	125	113	109
N ₁₀₅	63 + 81	37 + 91	40 + 85
	144	128	125
N ₁₂₀	39 + 120	43 + 104	37 + 101
	159	147	138
Коэффициент корреляционной зависимости <i>r</i>	0,70 + 0,96	0,97 + 0,98	
	0,96	0,99	

* данные представлены в следующей последовательности: N-NO₃ + N-NH₄ / N_{мин}.

без внесения азота и при внесении азота в дозе 30 кг/га отмечали очень низкое содержание данного элемента. При внесении азота в дозе 45 кг/га обеспеченность была низкой, дальнейшее увеличение доз до 60–75 кг/га приводило к увеличению обеспеченности почвы минеральным азотом до средней. Хорошую обеспеченность отмечали только при внесении азота в дозах 90 и 105 кг/га, а при внесении 120 кг/га обеспеченность была высокой.

Горох обладает высокой потенциальной продуктивностью, согласно описанию сорта его максимальная урожайность составляет 5,4 т/га. Такие высокие урожаи можно получать только при хорошей обеспеченности почвы элементами питания и благоприятных погодных условиях. Согласно литературным данным, внесение азота повышает продуктивность растений гороха. Считается, что при обработке семян микробиальным препаратом Ризоторфин, горох нуждается в минеральном азоте только на первом этапе разви-

тия, пока формируется симбиотический аппарат, в последующие периоды развития он переходит на симбиотическое питание и внесение азотных удобрений угнетает процессы азотфиксации и жизнедеятельность симбиотических бактерий.

Результаты опыта по установлению влияния на урожайность гороха сорта Агроинтел возрастающих доз азота и обработки семян Ризоторфином представлены в табл. 3.

Уровень продуктивности гороха составил 17,72–29,59 ц/га. Проведенная математическая обработка урожайных данных позволила обозначить некоторые закономерности, полученные в результате исследований. На основании главных эффектов (гл. эфф.) по фактору А было доказано, что более высокая продуктивность получена при инокуляции семян гороха бактериальным препаратом (прибавка урожайности составила 4,45, при НСР₀₅ = 1,85 ц/га). Данный эффект на старопашотных участках, на наш взгляд, можно объяснить тем, что микроорганизмы,

**Влияние уровня азотного питания и инокулирования семян штаммом бактерий
на урожайность гороха посевного, ц/га**

Дозы азотных удобрений (В)	Обработка ризоторфином (А)		Среднее по В, НСР ₀₅ гл. эфф. = 1,21
	без обработки	с обработкой	
N ₀	22,53	21,78	22,16
N ₃₀	23,36	28,21	25,79
N ₄₅	24,49	23,42	23,96
N ₆₀	17,99	24,67	21,33
N ₇₅	17,72	25,48	21,60
N ₉₀	23,34	29,59	26,47
N ₁₀₅	21,41	26,30	23,86
N ₁₂₀	18,89	25,93	22,41
Среднее по А, НСР ₀₅ гл. эфф. = 1,85	21,22	25,67	–
НСР ₀₅ для частных различий	А		4,52
	В		1,72

входящие в состав микробиального препарата Ризоторфин, выведены из современных культурных штаммов и обладают более высокой вирулентностью относительно опытной культуры.

На основании главных эффектов по фактору В при использовании «стартовой дозы» азота 30 кг/га наблюдается достоверное увеличение продуктивности гороха посевного на 3,63 ц/га при НСР₀₅ = 1,21 ц/га. С увеличением доз азота с 45 до 75 кг/га наблюдали существенное снижение продуктивности, что может быть связано с угнетением жизнедеятельности клубеньков высокими дозами азотных удобрений.

В варианте с внесением азота в дозе 90 кг/га наблюдали достоверное увеличение продуктивности на 4,31 ц/га при НСР₀₅ = 1,21 ц/га по сравнению с вариантом без удобрений. Отслеженная тенденция, на наш взгляд, может быть связана с переходом растений на питание исключительно минеральным азотом. Дальнейшее увеличение доз азота до 105 и 120 кг/га приводит к снижению урожайности по сравнению с вариантом, где вносился азот в дозе 90 кг/га на 2,61 и 4,06 ц/га соответственно. Такой эффект может быть связан с тем, что при внесении высоких доз азотных удобрений, большая часть элементов питания, которые получают растения, гороха идет

на формирование вегетативной массы. Указанные изменения подтверждаются данными, полученными в рамках сопутствующих наблюдений.

На основании частных различий по фактору А во всех вариантах при внесении азотных удобрений, за исключением варианта с дозой 45 кг/га, урожайность на делянках, где семена обрабатывались Ризоторфином, была достоверно выше.

На основании частных различий по фактору В в вариантах, где семена гороха не были обработаны Ризоторфином, наибольшая урожайность (23,36–24,49 ц/га) отмечали на вариантах с внесением азота в дозах 30 и 45 кг/га, что указывает на их эффективность при возделывании гороха в производственных условиях. При внесении доз азота 60 и 75 кг/га наблюдается существенное снижение урожайности с 24,49 до 17,99 и 17,72 ц/га соответственно. В свою очередь, при внесении 90 кг/га, так же как и при рассмотрении главных эффектов по фактору В наблюдается достоверно повышение урожайности на 5,62 ц/га при НСР₀₅ = 1,72 ц/га по сравнению с вариантом, когда азот вносился в дозе 75 кг/га. При внесении азота в дозах 105 и 120 кг/га происходит достоверное снижение урожайности за счет формирования вегетативной

Динамика урожайности гороха посевного в зависимости от доз азота и инокуляции семян бактериальным препаратом Ризоторфин

массы, как уже отмечалось по главным эффектам.

На основании частных различий по фактору В в вариантах, где семена обрабатывались бактериальным препаратом Ризоторфин, при использовании «стартовой дозы» азота 30 кг/га наблюдается существенное увеличение продуктивности гороха на 6,43 ц/га при $НСР_{05} = 1,72$ ц/га. Данный эффект подтверждает эффективность внесения «стартовых доз» азотных удобрений при возделывании гороха и говорит о том, что именно при дозе азота 30 кг/га наиболее полно раскрывается потенциал обработки семян гороха препаратом. При внесении более высоких доз азота от 45 до 75 кг/га урожайность гороха достоверно снижается с 28,21 до 23,42–25,48 ц/га, это можно объяснить тем, что растения гороха при высокой обеспеченности почвы минеральным азотом постепенно переходят на питание азотом, внесенным с удобрениями. При внесении азота в дозе 90 кг/га происходит скачок урожайности с 25,48 до 29,59 ц/га по сравнению с вариантом, где азот вносился в дозе 75 кг/га. Такое существенное повышение урожайности связано с тем, что растения гороха полностью перешли на питание минеральным азотом почвы и удобрений. Последующее увеличение доз азота до 105 и 120 кг/га приводит к достоверному снижению урожайности, что происходит за счет

того, что растения начинают по большей части формировать вегетативную массу.

Максимальная продуктивность растений гороха посевного (29,59 ц/га) наблюдалась на варианте с обработкой семян биологическим препаратом Ризоторфин и дозой азота 90 кг/га.

Сортовая отзывчивость гороха посевного на дозы азота при условии обработки семенного материала препаратом Ризоторфин представлена на рисунке.

При отсутствии обработки семян Ризоторфином уровень продуктивности гороха превышал контрольное значение (22,53 ц/га) при использовании азота в дозах 30, 45 и 90 кг/га. Иная ситуация наблюдается при обработке семян данным препаратом. При внесении всего спектра изучаемых доз азота (N_{30-120}) урожайность зерна была выше контрольного уровня продуктивности (21,78 ц/га).

В диапазоне изучаемых доз азота (N_{30-120}) зерновая продуктивность растений гороха имела синусоидальную зависимость при наличии 2 пиков-перегибов. В отсутствии допосевной обработки семян перегиб отмечен при дозах азота 45 и 90 кг/га. В свою очередь, сортовая отзывчивость растений гороха сорта Агроинтел на обработку бактериальным препаратом выразилась в сдвиге первого пика урожайности при использовании «стартовых доз» с N_{45} на N_{30} . Второй пик при дозе N_{90} остался неизменным, что связано с отсутствием симбиотического азотфиксирующего

аппарата вследствие подавления процесса образования клубеньков при внесении большого количества (более 75 кг/га) минерального азота.

Для описания попеременно возрастающих и убывающих величин, отражающих зависимость урожайности зерна гороха посевного от доз азота при условии обработки семенного материала бактериальным препаратом, использовали полиномиальную линию тренда. Использование в качестве уравнения регрессии обычного квадратичного уравнения ($y = ax^2 + bx + c$) позволяет получить линию тренда в форме «плавной» параболы с тем отличием, что при отсутствии обработки семян параболы имеет вогнутую форму, а при наличии обработки – выпуклую. Характер линий тренда указывает на особенности в отзывчивости гороха сорта Агроинтел на использование возрастающих доз азота.

Сельскохозяйственная наука и практика накопила многочисленные положительные

примеры эффективности азотных удобрений, но в настоящее время из-за высокой стоимости минеральных удобрений необходимо искать другие способы улучшения азотного питания растений. Способность зернобобовых культур к фиксации азота симбиотическим путем важна в экономическом отношении – с точки зрения экономии затрат на весьма энергоемкие азотные удобрения.

Схожие расчеты производились в ходе получения данных полевого опыта. Работа основывалась на выявлении эффективности применения азотных удобрений и бактериального препарата на продуктивность посевного гороха.

Оценка экономической эффективности используемых в опыте удобрений при возделывании посевного гороха проводилась посредством составления технологических карт, итоговые показатели которых представлены в табл. 4.

На основании данных, приведенных в табл. 4, можно отметить, что уровень рас-

Таблица 4

Экономическая оценка использования минерального азота удобрений и препарата Ризоторфин при возделывании гороха посевного

Обработка Ризоторфином (А)	Дозы азота (В)	Урожайность, т/га	Расходы на 1 га, тыс. руб.		Условно чистый доход, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %	Себестоимость, тыс. руб./т
			на удобрения	всего			
Без обработки	N ₀	22,53	0,00	6,65	4,19	44,9	4,14
	N ₃₀	23,36	1,00	7,70	3,60	34,5	4,46
	N ₄₅	24,49	1,50	8,23	3,71	33,7	4,49
	N ₆₀	17,99	2,00	8,56	-0,51	-4,5	6,28
	N ₇₅	17,72	2,51	9,05	-1,19	-10,1	6,67
	N ₉₀	23,34	3,01	9,70	1,46	11,6	5,37
	N ₁₀₅	21,41	3,51	10,15	-0,17	-1,3	6,08
	N ₁₂₀	18,89	4,01	10,59	-2,13	-15,8	7,13
С обработкой	N ₀	21,78	0,00	6,67	3,77	40,5	4,27
	N ₃₀	28,21	1,00	7,82	6,35	60,0	3,75
	N ₄₅	23,42	1,50	8,20	3,10	28,3	4,68
	N ₆₀	24,67	2,00	8,73	3,28	28,4	4,67
	N ₇₅	25,48	2,51	9,26	3,21	26,5	4,74
	N ₉₀	29,59	3,01	9,87	5,00	39,2	4,31
	N ₁₀₅	26,30	3,51	10,28	2,61	19,8	5,01
	N ₁₂₀	25,93	4,01	10,77	1,86	13,6	5,28

ходов находился в прямой зависимости от доз азотных удобрений и использования бактериального препарата Ризоторфин для обработки посевного материала. Показатель «условно чистый доход» отражает разницу между прибылью и расходами, связанными с получением соответствующего уровня урожая. Колебания значений по данному показателю достаточно значительные (от –2,13 до 6,35 тыс. руб.), что, прежде всего, связано с наличием прямой зависимости от урожайности культуры, возделываемой в опыте. В случае обработки семян гороха бактериальным препаратом, уровень условно чистого дохода более высокий и менее подвержен варьированию.

Более высокий уровень рентабельности (44,9 %) в отсутствии обработки семян бактериальным препаратом Ризоторфин отмечен в варианте исключающем использование азота минеральных удобрений, что указывает на неэффективность их использования. Иная ситуация складывается при обработке семян Ризоторфином. При использовании доз N_{30-90} уровень рентабельности варьирует от 26,5 до 60,0 % с максимумом по показателю (60,0 %) в варианте с использованием «стартовой дозы» в 30 кг/га.

Минимальная себестоимость 1 т зерна гороха сорта Агроинтел получили в варианте с обработкой семян бактериальным препаратом и внесением азота в дозе 30 кг/га, она составила 3,75 тыс. руб.

Заключение. В условиях дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы уровень обеспеченности почвы минеральными формами азота ($N-NO_3 / N-NH_4 / N_{мин}$) находится в прямой зависимости ($r = 0,70-0,99$) от доз минеральных азотных удобрений.

Была доказана эффективность предпосевной обработки семян бактериальным препаратом Ризоторфин – прибавка урожайности зерна гороха посевного составила 4,45 ц/га, при $НСР_{05} = 1,85$ ц/га.

Отмечается высокая эффективность использования «стартовых доз» азота (30–45 кг/га), за счет которых продуктивность гороха посевного увеличилась на 1,96–6,43 ц/га, при $НСР_{05} = 1,72$ ц/га.

Более высокий уровень рентабельности (60,0 %) и минимальная себестоимость

1 т (3,75 тыс. руб.) зерна гороха сорта Агроинтел в опыте получена в варианте с обработкой семян бактериальным препаратом Ризоторфин и внесением азота в дозе 30 кг/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азизов З.М. Влияние приемов основной обработки почвы и последствий азотных удобрений на урожайность яровой пшеницы в севообороте по мере удаления от лесополосы // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 10. – С. 3–7.
2. Алёшин М.А. Влияние инокуляции и доз азотных удобрений на крупяные свойства и урожайность посевного гороха в условиях дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы Предуралья // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 1 (21). – С. 48–53.
3. Алферов А.А., Чернова Л.С., Шмырева Н.Я., Завалин А.А. Оценка эффективности действия азотного удобрения при использовании ризоагрина на яровой пшенице // Плодородие. – 2016. – № 6 (93). – С. 4–6.
4. Влияние биопрепаратов и минерального удобрения на активность симбиотического аппарата нута (*Cicer arietinum* L.) в сухостепной зоне Приуралья / Н.Х. Сергалиев [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4 (48). – С. 67–69.
5. Гайнанов И.Н., Миникаев Р.В., Сафин Р.И. Влияние предпосевной обработки семян ризоторфином на формирование урожайности различных сортов гороха в Предкамье Республики Татарстан. – URL: [http://zhros.ru/pum32\(2\)_2014/pdf/17Gay.pdf](http://zhros.ru/pum32(2)_2014/pdf/17Gay.pdf) (дата обращения 12.04.2019).
6. Дебелый Г.А. Зернобобовые культуры в мире и Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 2. – С. 31–35.
7. Завалин А.А. Применение биопрепаратов при возделывании полевых культур // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 9–11.
8. Кривенчук А.Б., Алёшин М.А. Влияние доз азота и препарата «Ризоторфин» на продуктивность посевного гороха в условиях дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы Предуралья // Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Пермь, 2017. – С. 45–49.
9. Лапинская Э.Б., Пяулокайте-Мотузене Л.П. Влияние минерализации соломы, дозы стар-

тового азота и инокуляции на симбиотическую азотфиксацию клевера лугового // *Агрохимия*. – 2010. – № 2. – С. 59–67.

10. **Ляличкин О.А.** Влияние биопрепаратов и удобрений на урожайность и качество зерна ячменя // *Достижения науки и техники АПК*. – 2011. – № 8. – С. 29–31.

11. **Пискунов А.С.** Азот почвы и эффективность азотных удобрений на зерновых культурах в Предуралье / Пермский сельскохозяйственный институт. – Пермь, 1994. – 168 с.

12. **Хамоков Х.А.** Показатели структуры урожая и урожайность зернобобовых культур в зависимости от вносимых доз азотных удобрений и проведения инокуляции семян // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2017. – № 3 (65). – С. 35–37.

13. **Шелепина Н.В.** Научно-практическое обоснование эффективных способов переработки зерна современных сортов и форм

гороха: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Орел, 2014. – 400 с.

Алёшин Матвей Алексеевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Агрохимия», Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова. Россия.

Субботина Мария Георгиевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Агрохимия», Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова. Россия.

614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23.

Тел.: 8 (342) 217-94-35; e-mail: matvei0704@mail.ru.

Ключевые слова: дозы азота; бактериальный препарат; урожайность зерна; рентабельность возделывания; себестоимость зерна.

AN EFFECT OF DOSES OF NITROGEN AND OF RHIZOTORPHIN ON PEA (*PISUM SATIVUM* L.) PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS OF PODZOL HEAVY-LOAM SOIL

Aleshin Matvei Alekseevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agrochemistry", Perm State Agro-Technological University, Russia.

Subbotina Mariya Georgievna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agrochemistry", Perm State Agro-Technological University, Russia.

Key words: doses of nitrogen; bacterial preparation; grain yield; profitability of cultivation; cost of grain.

*The results of field two-factor experiment in the conditions of soddy-podzol heavy-loam soil permitted to determine an effect of increasing doses of nitrogen (factor A) on agro-chemical indicators of soil and grain productivity of pea (*Pisum sativum* L.). Variety response of the experimental crop was studied during treatment of sowing material with a bacterial preparation of biofertilizer "Rhizotorphin" (factor B). According to the results of agro-chemical analyses a close correlation dependence ($r = 0.70-0.99$) between the studied nitrogen doses (N_{30-120}) and the amount of its mineral forms ($N-NO_3 / N-NH_4 / N_{min}$) in soil has been established. Due to the usage of bacterial prepara-*

*tion of biofertilizer "Rhizotorphin" for pea seed inoculation a productivity increase was 4.45 dt/ha at $LSD_{05} = 1.85$ dt/ha. The responsiveness of pea plants on applying increasing doses of nitrogen was different that was connected both with biological peculiarities and the variety's ones of the studied crop and with an application of the bacterial preparation for treatment of sowing material as well. The use of "start doses" of nitrogen provided a reliable productivity increase of *Pisum sativum* for 1.96-6.43 dt/ha⁻¹ at $LSD_{05} = 1.72$ dt/ha. Higher nitrogen doses (60-75 kg/ha) conditioned pea productivity decrease for 6.77-6.88 dt/ha. Nitrogen dose of 90 kg/ha promoted emphatic increase of grain productivity up to 23.34-29.59 dt/ha. Further nitrogen doses increase result in reliable productivity decrease. Greater economic indicators had been obtained at seed treatment with bacterial preparation of biofertilizer "Rhizotorphin" and using nitrogen doses (N_{30-90}) – profitability level varied in a range of 26.5...60.0 per cent, with maximum to indicator (60,0%) at using a "start dose" of 30 kg/ha. Minimal prime cost of a ton of pea grain of Agrotintel variety was obtained at seed treatment with bacterial preparation and nitrogen application in a dose of 30 kg/ha and comprised 3.750 rouble.*