

**Влияние длительного применения минеральных удобрений, соломы и инокуляции
семян ассоциативными diaзотрофами на агрохимические показатели почвы**
**Influence of long application of fertilizers, straw and inoculation associative nitrogen fixers of
seeds on agrochemical parameters of soil**

О.Ф. Хамова, Н.Н. Шулико, Е.В. Тукмачева

O.F. Khamova, N.N. Shuliko, E.V. Tukmacheva

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Омск, res81@mail.ru

Представлены результаты исследований влияния длительного применения удобрений, соломы, а также инокуляции семян ассоциативными diaзотрофами на агрохимические свойства чернозема выщелоченного в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Взаимодействие всех изучаемых факторов увеличивало количество N-NO₃ в четыре раза в сравнении с контрольным вариантом. Установлена средняя степень разрушения клетчатки за вегетационный период.

Ключевые слова: удобрения, инокуляция, нитратный азот, нитрификационная способность, разложение целлюлозы, ячмень.

Инокуляция семян зерновых культур биопрепаратами ассоциативных diaзотрофов на фоне применения минеральных удобрений и соломы, как прием биологического земледелия, представляет интерес в плане увеличения урожайности, повышения стрессоустойчивости растений к фитопатогенам и неблагоприятным погодным условиям, а также улучшения экологической среды.

До 80% азота, фиксированного diaзотрофами, в ризосфере растений прижизненно экскретируется ими в окружающую среду, что способствует удовлетворению потребностей растений в азоте на 10-45% [1].

На сегодняшний день сельскохозяйственная микробиология предлагает достаточно большой спектр биопрепаратов, которые используются для повышения почвенного плодородия, продуктивности культурных растений и качества урожая, снижения норм внесения минеральных удобрений и пестицидов.

Исследования по изучению биологизации возделывания сельскохозяйственных культур на черноземных почвах Западной Сибири проводились в длительном стационарном опыте закладки 1989г., в пятипольном зернопаровом севообороте (пар-пшеница-соя-пшеница-ячмень) под заключительной культурой ячменем.

В опыте изучались три фактора. Фактор А – внесение минеральных удобрений: вариант Y_0 – без удобрений (контроль); Y_1 – N30P54K18. За ротацию севооборота вносится N150P270K90 кг д.в./га. Фактор В – солома: C_0 – без применения соломы, C_1 – внесение соломы (вносится систематически при уборке каждой культуры севооборота в количестве, соответствующем её урожаю на фоне питания). Фактор С – бактериальные удобрения: I_0 – без инокуляции, I_1 – инокуляция семян ячменя ризоагрином (биопрепарат ВНИИСХМ на основе штамма *Agrobacterium radiobacter* 204). Размещение вариантов – систематическое.

Почва – чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусовый с содержанием гумуса 6-7%, pH – нейтральная. Отбор почвенных проб проводился в фазы развития ячменя – кущение, колошение, налив зерна.

Вегетационный период 2013 года характеризовался большим количеством осадков и недостатком тепла. ГТК за май-август 2013 года равен 1,11. 2014 год был засушливым в мае и июне, количество осадков за май-август составило 135 мм (68% от нормы), ГТК=0,68.

Анализ почвы проводили стандартными агрохимическими методами. Нитратный азот в почве определяли по Грандваль – Ляжу с дисульфифеноловой кислотой, нитрификационную способность почвы по Кравкову с инкубацией 21 день, целлюлозолитическую активность почвы по Тихомировой [2, 3].

Итогом деятельности почвенной микрофлоры является накопление в почве подвижных элементов питания растений, и в частности, азота нитратов. В среднем за годы исследований содержание азота нитратов под растениями ячменя в период кущения было средним (12,4 мг/кг), на удобренном фоне – высоким (19,5 мг/кг) и в течение вегетации снижалось вследствие использования культурой.

Применение минеральных удобрений достоверно повышало содержание азота нитратов в почве на 57% (доля фактора А=61,4), взаимодействие всех изучаемых факторов увеличивало количество N-NO₃ в четыре раза (доля фактора ABC=17,9). Параллельные исследования численности микроорганизмов показали увеличение нитрификаторов на фоне с инокуляцией и удобрениями на 94% [4]. Накопление нитратного азота при компостировании было наиболее высоким в период кущения ячменя в июне и превышало контроль ($Y_0C_0I_0$) на удобренном фоне с применением инокуляции на 99%, а в сочетании с внесением соломы более чем в три раза, составляя 70,4 мг/кг N-NO₃ (таблица 1).

Для характеристики мобилизационных процессов трансформации азота в почве необходимо учитывать потенциальную способность почвы к нитратонакоплению. Нитрификационная способность почвы в оптимальных условиях компостирования зависит в основном от количества легкомобилизуемых азотсодержащих соединений, рассчитывается

как разность между накоплением азота нитратов при компостировании и исходным содержанием [5].

Таблица 1 – Содержание азота нитратов в почве под ячменем в зависимости от применения удобрений и инокуляции семян, 0-20 см (2013-2014 гг.)

Вариант	Исходное содержание N-NO ₃ , мг/кг			Накопление N-NO ₃ , мг/кг за период компостирования		
	кущение	колошение	налив зерна	кущение	колошение	налив зерна
У0С0И0	7,2	5,2	1,7	21,4	26,7	19,5
У0С1И0	10,4	4,9	1,1	31,6	27,7	20,6
У0С0И1	12,1	13,1	0,4	31,9	36,9	15,6
У0С1И1	10,0	9,3	2,4	26,2	24,2	16,4
Среднее У0	12,4	8,2	1,4	27,8	28,9	18,1
У1С0И0	21,4	16,8	0,3	50,2	43,3	24,4
У1С1И0	13,0	17,7	0,2	70,7	51,8	16,1
У1С0И1	15,5	9,1	0,6	42,6	37,1	16,7
У1С1И1	28,9	16,3	0,1	70,4	33,4	19,9
Среднее У1	19,5	14,9	0,4	57,6	41,4	19,3
<i>НСР₀₅ А</i>	3,82			9,19		

Нитрификационная способность выщелоченного чернозема при внесении соломы пшеницы была различна. При очень низком исходном содержании нитратного азота в почве (предшественник пшеница после сои), в вариантах с внесением соломы наблюдалось преимущество процессов иммобилизации азота. Внесение азотных удобрений (N₃₀) в комплексе с соломой повышало содержание нитратного азота после компостирования. На удобренном фоне показатель увеличился в 2 раза (доля фактора А=57,8). Совместное использование соломы и минеральных удобрений способствовало накоплению азота нитратов в сравнении с контролем в 4 раза, а сочетание внесения минеральных удобрений и инокуляции семян повысило показатель на 71% (доля фактора АС=21,4) (рисунок 1).

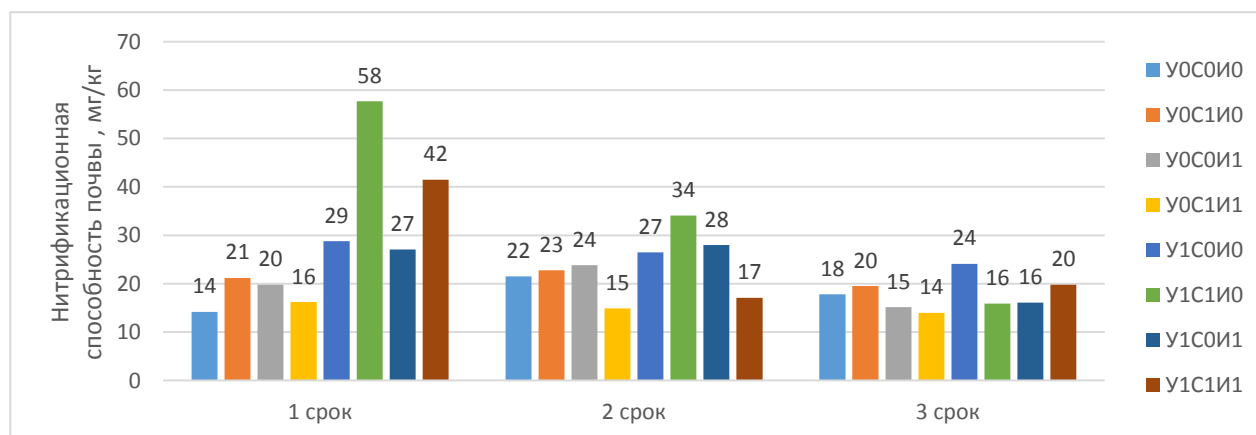


Рисунок 1 – Нитрификационная способность почвы в зависимости от применения удобрений и инокуляции семян, 0-20 см, (2013-2014 гг.), НСР05 А=6,41

В фазу колошения ячменя нитрификационная способность почвы на фоне без внесения удобрений повышалась, несколько снижаясь к периоду налива зерна.

На фоне с внесением удобрений содержание азота нитратов при компостировании уменьшалось к периоду налива зерна, в вариантах с соломой в 2 и более раз, вследствие интенсивных минерализационных процессов и потребления $N-NO_3$ растениями.

Интенсивность разложения целлюлозы в почве является интегрированным показателем её биологической активности, поскольку зависит от плодородия почвы.

Погодные условия оказали существенное влияние на интенсивность разложения целлюлозы в почве. Так в умеренно увлажненном 2013 г. целлюлозолитическая активность почвы была на 33% выше, чем в более засушливом 2014 г. Известно, что в увлажненной почве, содержащей пожнивные остатки, минерализационные процессы активизируются [6].

В среднем за два года исследований существенных различий целлюлозолитической активности почвы под влиянием изучаемых факторов не обнаружено (таблица 3).

Таблица 3 – Интенсивность разложения целлюлозы в почве (%) под влиянием применения удобрений и инокуляции семян ячменя (2013-2014 гг.)

Фактор влияния			Разложение целлюлозы	В среднем по фактору		
Удобрение (А)	Солома (В)	Инокуляция (С)		А	В	С
Без удобрений У0	С0	И0	40,1	39,23	35,8	36,85
		И1	40,4			
	С1	И0	36,9			
		И1	39,5			
<i>Среднее У0</i>			39,3			
Удобрения У1	С0	И0	34,8	34,95	38,38	37,33
		И1	27,9			
	С1	И0	35,6			
		И1	41,5			
<i>Среднее У1</i>			34,9			
<i>НСР₀₅</i>				<i>F_{факт} < F₀₅</i>		

Таким образом, длительное применение минеральных удобрений достоверно повышало содержание азота нитратов в почве на 57%, взаимодействие всех изучаемых факторов увеличивало количество $N-NO_3$ в четыре раза в сравнении с контрольным вариантом (доля фактора $ABC=17,9$).

На удобренном фоне нитрификационная способность увеличилась в 2 раза, совместное использование соломы и минеральных удобрений повысило нитрификационную способность в 4 раза, а применение минеральных удобрений в сочетании с инокуляцией семян - на 71% в сравнении с контролем.

В среднем за два года исследований существенных изменений целлюлозолитической активности почвы на удобренном фоне по сравнению с контролем не обнаружено.

Интенсивность разрушения клетчатки по шкале Звягинцева Д.Г. в черноземе выщелоченном за вегетационный период – средняя (30-40%).

Литература

1. Садыков Б.Ф. Биологическая азотфиксация в агроценозах. Уфа : БНЦ УрО АН СССР, 1989. 109 с.
2. Агрохимические методы исследования почв / отв. ред. А.В. Соколов. М.: Наука, 1975. 656 с.
3. Тихомирова Л.Д. Способ определения эффективного плодородия почв. Авторское свидетельство № 338196, опубл. 15 мая 1972. Бюл. № 16. СССР.
4. Хамова О.Ф., Шулико Н.Н., Тукмачева Е.В. Численность микроорганизмов ризосферы ячменя при длительном применении минеральных удобрений, соломы и инокуляции семян ассоциативными diaзотрофами // Омский научный вестник. 2015. №1 (138). С. 127-131.
5. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири. М.: Наука, 1981. 267 с.
6. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири: монография. Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. 397 с.

Summary

The effects of long application of fertilizers, straw and also using inoculation associative nitrogen fixers of seeds on agrochemical properties of leached chernozem in the conditions of southern forest-steppe of Western Siberia are presented. The interaction of all the studied factors increases the amount of N-NO₃ to four times compare to the control variant. Meddle degree of cellulose destruction in the growing season was detected.