

РОЛЬ ЗЕРНОВЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР В ПРОЦЕССЕ ГУМИФИКАЦИИ ПОЧВ

В.И. Костин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
А.Ю. Наумов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Е.С. Кучеров, аспирант
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА

Ключевые слова: зерновые бобовые культуры, симбиотическая активность, гумификация, ферментативная активность.

Статья посвящена оценке ферментативной активности почв как показателя её гумификации при выращивании различных зерновых бобовых культур с использованием в технологии их возделывания композиционных материалов на основе кремнийорганических соединений.

Введение. Ценность бобовых определяется, прежде всего, тем, что клубеньковые бактерии, развивающиеся на их корнях, способны фиксировать молекулярный азот, который используется растением и обеспечивает большее, чем в других растениях содержание азота. Зерновые бобовые фиксируют до 100 и более килограммов азота на гектар, некоторая его часть остаётся в почве, что является важным условием повышения плодородия почв, а значит и залогом стабильного растениеводства, так как именно почва является основным источником производства продукции [1,2]. Однако плодородие определяется и такими показателями, как физические свойства, наличие доступных форм элементов питания, а также биологическая активность, обуславливающая гумификацию. Состояние плодородия почв, его динамику, происходящую при сельскохозяйственном использовании, достаточно полно отражает ферментативная активность – именно почвенные ферменты участвуют в распаде органических остатков и синтезе гумуса.

В связи с этим, *целью наших исследований* являлось определение симбиотической активности гороха и сои на базе новых композиционных материалов на основе кремнийорганических соединений и изучение ферментативной активности почв для характеристики процесса гумификации.

Задачи исследований:

- выявление особенностей формирования симбиотического аппарата гороха и сои;
- определение активности ферментов – полифенолоксидазы и пероксидазы для выявления процесса гумификации.

Материалы и методы исследований. Изучение ферментативной активности почв проводили на почвах опытных делянок (почвы одного типа) размещённых под тремя бобовыми культурами и для сравнения один вариант на яровой пшенице. Полевые исследования проводились в 2015 г на опытном поле Ульяновской ГСХА.

Для обработки семян использовались два экстракта полученные в Российском государственном химико-технологическом университете им. Д.И. Менделеева. Экстракт №1 с КОН. Базовый с концентрацией действующих веществ 15-20 г/л для получения линейки препаратов для предпосевной обработки семян. Экстракт №2 с производными кремнезёма (органокремневое высоко-координированное соединение). Базовый экстракт с концентрацией действующих веществ до 50 г/л для получения линейки препаратов для предпосевной обработки семян. Главная цель – стимуляция корнеобразования и повышение иммунитета растений (адаптоген).

Схема опыта:

Культура	№	Вариант
горох	1	Ризоторфин+Мо+Мп (контроль)
	2	Обработка семян препаратом №1
	3	Обработка семян препаратом №2
	4	Обработка семян препаратом №1 +внекорневая подкормка.
	5	Обработка семян препаратом №2 +внекорневая подкормка
люпин	6	Ризоторфин+Мо+Мп (контроль)
	7	Обработка семян препаратом №1
	8	Обработка семян препаратом №2
	9	Обработка семян препаратом №1 + внекорневая подкормка
	10	Обработка семян препаратом №2 + внекорневая подкормка
соя	11	Ризоторфин+Мо+Мп (контроль)
	12	Обработка семян препаратом №1
	13	Обработка семян препаратом №2
	14	Обработка семян препаратом №1 + внекорневая подкормка
	15	Обработка семян препаратом №2 + внекорневая подкормка

В качестве контрольного варианта был взят лучший из ранее изученных приём предпосевной обработки семян молибденовокислым аммонием, сульфатом марганца с последующей инокуляцией специфическими

штаммами ризобий в день посева [3]. Технология возделывания изучаемых культур – традиционная для региона: сроки посева, нормы высева семян и способы посева в соответствии с общепринятыми рекомендациями.

Предшественник – яровая пшеница. Основная обработка почвы – отвальная вспашка. Площадь делянок 15 м², повторность четырёхкратная, размещение вариантов систематическое со смещением.

Учёты и наблюдения в опыте:

1. Активность пероксидазы и полифенолоксидазы по К.А. Козлову, 1964;
2. Фенологические наблюдения – ГОСТ 10842-64;
3. Симбиотическая активность – по Г.С. Посыпанову, 1991;
4. Условный коэффициент накопления гумуса – по отношению активности полифенолоксидазы к активности пероксидазы.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований было выявлено, что в почвах опытного поля Ульяновской ГСХА присутствуют спонтанные азотфиксирующие бактерии рода *Rhizobium leguminosarum*, способные поддерживать симбиотическую азотфиксацию гороха и бактерии рода *Rhizobium japonicum* инфицирующие сою.

Результаты наблюдений за формированием симбиотического аппарата представлены в таблице 1.

Исследованиями установлено, что продолжительность общего симбиоза изменялась по вариантам в посевах культуры незначительно. Так, у гороха она находилась в пределах 53-54 дней, у сои она составила 88 дней, что в целом характерно для условий региона [4,5]. Продолжительность активной части симбиотической деятельности у гороха составила 40-42 дня, при этом максимум отмечен на варианте обработки семян и посевов препаратом №2. У сои наиболее продолжительным активный симбиоз отмечен на варианте обработки семян препаратом №1 и на варианте обработки семян и посевов препаратом №2 – 63 дня.

Часть корневой системы с клубеньками называется симбиотическим аппаратом. Наиболее полно величину симбиотического аппарата характеризует количество и масса клубеньков (табл. 2).

Наблюдения позволяют отметить, что в посевах гороха максимум клубеньков отмечен в фазу бутонизации-цветения – 69,6...98,6 кг/га. К фазе начала налива семян общее количество клубеньков снизилось до 31,4...41,9 кг/га. В посевах сои максимальное количество активных клубеньков отмечается в фазу бутонизации-цветения – 337,6-430,3 кг/га. К фазе начала налива семян общее их число уменьшается до 279,3...344,5 кг/га.

**Таблица 1 – Формирование симбиотического аппарата
зерновых бобовых культур**

Культура	вариант	A*	B*	C*	D*	A – D*	B – C*
Горох	1	15.05	18.05	26.06	06.07	53	40
	2	15.05	19.05	28.06	07.07	54	41
	3	15.05	18.05	27.06	07.07	54	41
	4	15.05	19.05	28.06	06.07	53	41
	5	15.05	18.05	28.06	06.07	53	42
Соя	1	31.05	04.06	04.08	27.08	88	61
	2	31.05	05.06	07.08	27.08	88	63
	3	31.05	05.06	04.08	27.08	88	60
	4	31.05	05.06	06.08	27.08	88	62
	5	31.05	04.06	06.08	27.08	88	63

Примечание:

A* – дата образования клубеньков; B* - дата появления леггемоглобина;

C* – дата перехода леггемоглобина в холеглобин;

D* – дата отмирания клубеньков;

A-D* – продолжительность общего симбиоза, дней;

B-C* – продолжительность активного симбиоза, дней.

Эффективность деятельности бобоворизобиального симбиоза отражает не только масса клубеньков с леггемоглобином, но и продолжительность их функционирования. Производное этих показателей называется симбиотическим потенциалом (СП). Активный симбиотический потенциал (АСП) учитывает массу клубеньков с леггемоглобином. Максимальные значения активного симбиотического потенциала у гороха и сои отмечались на 5 варианте – 2653 кг · дн/га и 16530 кг · дн/га соответственно (табл. 3, 4).

Наряду с активностью микробиоты надёжным и устойчивым показателем биогенности почвенных экосистем признаётся активность почвенных ферментов или биологических катализаторов. Ферменты – это вещества белковой природы, которые образуются в процессе жизни организма и своим участием в метаболизме обеспечивают единство меж-

**Таблица 2 – Динамика сырой массы
активных клубеньков, кг/га**

Культура	Вариант	Фаза развития			
		Стеблевание, трет. наст. лист	Бутонизация-цветение	Начало налива семян	Полный налив семян
Горох	1	45,7	69,6	31,4	–
	2	45,6	78,2	35,1	–
	3	44,5	82,3	39,3	–
	4	46,7	84,9	37,1	–
	5	45,5	98,6	41,9	–
Соя	1	42,3	337,6	279,3	128,3
	2	41,1	430,3	322,6	141,6
	3	43,5	412,6	313,1	137,4
	4	40,9	422,3	344,5	140,6
	5	44,0	418,3	323,7	162,0

**Таблица 3 – Активный симбиотический потенциал
гороха, кг·дн/га**

Вариант	Стеблевание, третий лист	Бутонизация-цветение	Начало налива семян	Сумма за вегетацию
1	959	696	533	2188
2	957	782	596	2335
3	934	823	668	2425
4	980	849	630	2459
5	955	986	712	2653

**Таблица 4 – Активный симбиотический потенциал
сои, кг · дн/га**

Вариант	Стеблевание, третий лист	Бутонизация-цветение	Начало налива семян	Полный налив семян	Сумма за вегетацию
1	1184	4388	5022	3200	13794
2	1150	5593	5796	3525	16064
3	1218	5356	5634	3425	15633
4	1145	5486	6192	3500	16323
5	1232	5434	5814	4050	16530

ду средой и организмом. Они катализируют в организмах сотни, тысячи химических реакций, из которых складывается клеточный метаболизм. Благодаря ферментам биохимические реакции в организме осуществляются с огромной скоростью.

При отмирании и перегнивании растительных остатков и живых организмов, фермент, попадая в почву, сохраняет свою активность и катализирует почвенные химические реакции, участвует в процессах почвообразования и формирования почвенного плодородия и в результате под биогеоценозами формируются свои почвенные ферментативные комплексы с определённой активностью ферментативных реакций.

В основных процессах гумификации почв участвуют гидролитические и окислительно-восстановительные ферменты активность которых является существенным показателем почвенного плодородия.

Процесс гумификации в наших исследованиях мы рассматривали по активности ферментов полифенолоксидазы. В связи с тем, что отношение активности полифенолоксидазы к активности пероксидазы имеет связь с накоплением в почве гумуса (как условный коэффициент накопления) нами проведены исследования по изучению активности почвенных ферментов полифенолоксидазы и пероксидазы и отношение их активности.

Усреднённые данные получены из трёх определений в течение вегетации (02.07; 23.07; 15.09.2015 г.). Результаты исследований показывают, что все бобовые культуры оказывают влияние на процесс гумификации. Все культуры действуют в одном направлении, т.е. активность как полифенолоксидазы, так и пероксидазы увеличивается по сравнению с не бобовой культурой. Активность полифенолоксидазы у гороха повышается на 13,1%...98,3%, у пероксидазы на 80,1%...277%.

Ферментативная активность под люпином повышается на 14,8%...25,5% (полифенолоксидаза). Пероксидазная активность повышается на 225,8%...272,4%.

По сое наблюдается аналогичная картина. Полифенолоксидазная активность повышается на 10,8%...21,7%, а пероксидазная соответственно на 198,2%...228,5%.

Используемые композиционные материалы, как при предпосевной обработке семян, так и внекорневой подкормке на процесс гумификации, существенного влияния не оказали за исключением гороха, где наблюдается тенденция к незначительному повышению по сравнению с молибденом и марганцем на 13%...22,3%. На сое под действием второго препарата отмечается повышение на 3,9%...4,7%.

Заключение. Изучаемые приёмы оказывали положительное влияние на симбиотическую активность зерновых бобовых культур, выраженную такими показателями как продолжительность функционирования клубеньков, динамика их массы и симбиотический потенциал. Под бобовыми культурами отмечено увеличение ферментативной активности полифенолоксидазы и пероксидазы. Вследствие активации этих окислительно-восстановительных ферментов создаются благоприятные условия для процесса гумификации и накопления в почвах гумуса.

Библиографический список

1. Ошкин, В.А. Агроэкологическая и технологическая оценка применения микроэлементов в свеклосахарном производстве / В.А. Ошкин, В.И. Костин, В.А. Исайчев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №4 (32). – С. 84-89.
2. Костин, В.И. Экология / В.И. Костин, В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев. – Ульяновск: Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. – 184 с.
3. Дозоров, А.В. Оптимизация продукционного процесса гороха и сои в лесостепи Поволжья: монография / А.В. Дозоров, О.В. Костин. - Ульяновск. ГСХА, 2003. - 166 с.
4. Гаранин, М. Урожайность семян и белковая продуктивность зерновых бобовых культур в зависимости от приемов активизации симбиотической азотфиксации / М. Гаранин, А. Дозоров, А. Наумов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2015. – №6. – С. 6-8.
5. Дозоров, А.В. Урожайность зернобобовых культур в зависимости от активизации симбиотической деятельности / А.В. Дозоров, М.Н. Гаранин, А.Ю. Наумов. – «Бял ГРАД-БГ» ООД (София). Материали за X Международна научна практическа конференция,- София, 2014. – С. 88-92.

THE ROLE OF GRAIN LEGUMES IN THE PROCESS OF SOIL HUMIFICATION

Kostin V. I., Naumov A. Yu., Kuchеров E. S.

Key words: grain legumes, symbiotic activity, humification, fermentative activity.

The article is devoted to evaluation of soil fermentative activity as criterion of soil humification when growing grain legumes with the help of composition materials with silicon compounds.