

Несмотря на то, что урожайность козлятника восточного в фазе бутонизации ниже по сравнению с фазой цветения, сбор протеина с одного гектара в эту фазу более высокий (табл. 5). Еще более высокий сбор сырого протеина получен при двукратном скашивании козлятника в фазу бутонизации и отавы, что превышает его сбор в фазе цветения, особенно при инокуляции.

Максимальный сбор сырого протеина получен при инокуляции семян с применением фосфорных удобрений в дозе 60 кг/га, что в 3 раза превышает аналогичный вариант без инокуляции.

#### Выводы

1. При возделывании культуры козлятника восточного в новых районах основным приемом повышения его урожайности является инокуляция семян специфичными бактериями, что улучшает азотное питание растений и значительно повышает урожайность надземной массы.

2. Эффективность фосфорных удобрений проявляется только при инокуляции. Оптимальной дозой является 60 кг/га.

3. Лучшим сроком скашивания козлятника на корм является фаза бутонизации с последующим использованием отавы. В эти сроки корм отличается большей питательностью и поедаемостью по сравнению с фазой цветения.

4. Максимальный сбор протеина обеспечивается при совместном применении инокуляции и фосфорных удобрений в дозе 60 кг/га, что в несколько раз превышает аналогичный вариант без инокуляции.

#### Библиографический список

1. Вавилов П.П., Райг Х.А. Возделывание и использование козлятника восточного. – Л.: Ленингр. отд-е, 1982. – 72 с.
2. Надежкин С.Н., Кираев М.Х. Козлятник восточный на корм и семена. – Уфа: БГАУ, 2008. – 144 с.
3. Симонов С.Н. Галега – новая кормовая культура. – М., 1938. – 67 с.
4. Ярошевич М.И., Кухарева Л.В., Борейша М.С. Галега восточная – перспективная кормовая культура. Биология, кормовая ценность, требования к условиям произрастания, особенности возделывания. – Минск, 1991. – 69 с.



УДК 631.86:633.12 (470.44)

Е.А. Нарушева

## ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГРЕЧИХИ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

**Ключевые слова:** гречиха, чернозем выщелоченный, Среднее Поволжье, биологическая активность, дыхание почвы, ферментативная активность, разложение клетчатки, урожайность, минеральные удобрения, солома, сидерат, биопрепарат.

#### Введение

Важной характеристикой плодородия почвы является ее биологическая активность, отражающая комплекс процессов превращения органических веществ. Огромное значение в этих процессах имеет деятельность различных почвенных микроорганизмов.

Зеленая масса сидеральных культур и солома, запаханная в почву, представляют собой легкогидролизуемый энергетический материал для размножения многочисленной почвенной микрофлоры.

Показатели биологической активности почвы (интенсивность дыхания, фермента-

тивная активность, целлюлозоразрушающая способность, протеолитическая активность и др.) дают ценную информацию о результате сложного взаимодействия между почвенными микроорганизмами, продуктами распада запаханной растительной массы и почвой, а также об экологических условиях среды. Изучение биологической активности почвы приобретает особое значение при переходе на экологически безопасные методы ведения сельского хозяйства [1, 2].

#### Объекты и методы исследований

Целью наших исследований было изучение влияния многолетнего применения нетрадиционных удобрений (соломы, сидерата) и биопрепаратов ассоциативных diaзотрофов на биологическую активность почвы [3].

Объекты исследований – гречиха, различные виды удобрений.

Индикаторами общей биологической активности почвы служили интенсивность выделения углекислоты из почвы [4]; интенсивность разложения клетчатки в почве, определявшаяся по убыли сухого веса льняного полотна, заложенного в почву в горизонтальном положении [5] и активность почвенных ферментов [1, 6]. Исследования проводились в 2005-2009 гг. на черноземе выщелоченном, среднесуглинистом Закрытого акционерного общества (ЗАО) «Тепловское» Новобурасского района Саратовской области, расположенном в лесостепи Среднего Поволжья.

Площадь учетной делянки – 100 м<sup>2</sup>, повторность опыта – четырехкратная, размещение вариантов – рендомизированное. Семена гречихи в день посева инокулировали биопрепаратом мизорин (ВНИИСХМ, г. Санкт-Петербург) из расчета 300 г препарата и 0,5 л воды на гектарную норму семян (50 кг).

Схема опыта включала следующие варианты: 1) контроль; 2) мизорин; 3) N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>; 4) N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>. Данные варианты изучались на четырех фонах: 1) без удобрений; 2) солома; 3) сидерат; 4) солома + сидерат.

Предшественником гречихи была озимая пшеница. После ее уборки в середине лета, согласно схемы опыта, на запланированных вариантах производили измельчение, обработку и заделку соломы, а также посев ярового рапса на сидерат, который запахивали осенью.

Весной после покровного боронования и двух предпосевных культиваций (под одну из которых заделывались минеральные удобрения по схеме опыта) проводился посев гречихи в оптимальные сроки рядовым способом с нормой высева 2 млн всхожих семян на 1 га.

Погодные условия 2005-2009 гг. в целом соответствовали среднепогодным показателям лесостепной зоны Среднего Поволжья. В целом по сочетанию погодных условий вегетационного периода гречихи 2005, 2007 гг. были средне засушливыми, 2006, 2008 гг. – хорошо обеспеченными влагой и 2009 г. – засушливым с некоторым дефицитом влаги для растений.

Учет урожая проводили методом пробного снопа, статистическую обработку данных – по Б.А. Доспехову.

### **Экспериментальная часть. Результаты и их обсуждение**

Современное почвоведение располагает обширными экспериментальными данными, характеризующими изменение биологической активности почвы под влиянием различных удобрений.

Важнейшим показателем интенсивности биохимических процессов, протекающих в почве, является образование углекислого газа, который к тому же оказывает непосредственное воздействие на урожай. Хотя количество выделяемого почвой CO<sub>2</sub> зависит от многих причин и не отражает абсолютного содержания его в почве, однако оно может служить показателем для сравнения степени разложения органической массы.

В наших исследованиях многолетнее применение органических удобрений и биопрепаратов в севообороте значительно увеличивало общее количество микроорганизмов в почве. В результате этого усиливалось разложение органического вещества и повышалось выделение CO<sub>2</sub> из почвы. Несмотря на сильные колебания содержания CO<sub>2</sub> по срокам определений, они хорошо отражали общую закономерность действия удобрений на биологическую активность почвы. Минеральные удобрения незначительно, но довольно устойчиво повышали концентрацию CO<sub>2</sub>. Систематическая заплата соломы озимой пшеницы и зеленой массы ярового рапса повышали содержание CO<sub>2</sub> более существенно. Данные, свидетельствующие о наиболее высокой интенсивности биологических превращений, получены с вариантов, где высевались семена гречихи, обработанные биопрепаратом (табл. 1).

Во всех случаях обнаруживалась одна и та же закономерность: наибольшей биологической активностью по интенсивности выделения углекислоты характеризовались участки, где почва систематически обогащалась свежим органическим веществом и микроорганизмами биопрепаратов. Интенсивность биологических процессов повышалась в 2-3 раза. Почвы, не получающие органических остатков и органических удобрений, продуцировали минимальное количество углекислоты.

Многолетнее применение физиологически кислых минеральных удобрений неблагоприятно действовало на кислотность почвы, что отрицательно сказывалось на жизнедеятельности микроорганизмов. Выделение углекислоты по фону минеральных удобрений было несколько меньшим, чем по фону применения органики.

Принимая в качестве показателя общей биологической активности продуцирование углекислоты, нельзя составить полного представления об интенсивности биохимических превращений, так как выделение CO<sub>2</sub> зависит не только от жизнедеятельности почвенных организмов.

Таблица 1

Влияние приемов биологизации на интенсивность дыхания почвы по фазам роста гречихи в условиях Среднего Поволжья, среднее за 2005-2009 гг.

Варианты опыта		Дыхание почвы, мг CO <sub>2</sub> /м <sub>2</sub> /ч			
		ветвление	бутонизация	цветение	созревание
Без удобрений	контроль	242	462	858	572
	мизорин	242	550	946	704
	NP <sub>30</sub>	264	462	880	572
	NP <sub>45</sub>	308	528	836	638
Солома	контроль	176	484	900	594
	мизорин	220	528	968	616
	NP <sub>30</sub>	220	506	1034	726
	NP <sub>45</sub>	242	528	1012	616
Сидерат	контроль	242	594	990	660
	мизорин	264	638	996	748
	NP <sub>30</sub>	264	616	1090	814
	NP <sub>45</sub>	308	616	1056	792
Солома + сидерат	контроль	242	660	994	770
	мизорин	308	704	1100	836
	NP <sub>30</sub>	308	704	1088	792
	NP <sub>45</sub>	288	660	1070	726

Поэтому одновременно с учетом выделения CO<sub>2</sub> мы определяли интенсивность распада клетчатки в почве. В процессе заделки органического вещества в почву сильно менялся состав микроорганизмов, разлагающих клетчатку. По мнению Е.Н. Мишустина и А.П. Петровой, это достаточно точно отражает характер изменения агрономических свойств почвы [10]. Интенсивность распада органического вещества (клетчатки) учитывали по потере веса льняной ткани, которую помещали в горизонтальном положении на глубине 15 см.

На вариантах применения минеральных удобрений отсутствие энергетического ма-

териала в виде свежих растительных остатков резко сократило численность микроорганизмов и продуцирование углекислоты с поверхности почвы. И на этих делянках отмечен наименьший процент разложения льняного полотна – 50,0-63,3% в фазу созревания гречихи.

Процесс разложения клетчатки интенсивнее всего протекал на делянках со свежим органическим веществом и при обогащении микрофлоры почвы микроорганизмами биопрепарата. Внесение минеральных удобрений также стимулировало процесс разложения клетчатки – от 64,1 до 82,1% к фазе созревания гречихи (табл. 2).

Таблица 2

Влияние приемов биологизации на интенсивность разложения клетчатки в почве по фазам роста гречихи в условиях Среднего Поволжья, среднее за 2005-2009 гг.

Варианты опыта		Разложение клетчатки, %			
		ветвление	бутонизация	цветение	созревание
Без удобрений	контроль	13,5	23,2	37,5	50,0
	мизорин	20,4	32,4	54,5	63,3
	NP <sub>30</sub>	18,7	31,7	52,8	60,7
	NP <sub>45</sub>	19,5	31,3	51,0	60,1
Солома	контроль	18,5	29,2	47,9	64,1
	мизорин	24,0	36,4	57,8	64,9
	NP <sub>30</sub>	23,6	33,6	58,1	65,1
	NP <sub>45</sub>	24,6	38,2	59,8	64,3
Сидерат	контроль	23,0	36,5	58,6	64,1
	мизорин	25,9	36,9	55,8	74,7
	NP <sub>30</sub>	25,5	36,8	56,2	65,4
	NP <sub>45</sub>	24,8	37,0	57,2	64,3
Солома + сидерат	контроль	20,1	38,6	59,8	79,0
	мизорин	26,4	38,9	60,2	82,1
	NP <sub>30</sub>	26,2	36,8	59,9	76,5
	NP <sub>45</sub>	19,6	30,2	46,6	73,9

Многочисленными исследованиями установлено, что одним из объективных показателей суммарной биологической активности почвы, отражающим интенсивность и направленность протекающих в ней биохимических процессов, является ее ферментативная активность [1-3, 6, 8].

Повышение содержания органических веществ и биогенности почвы приводит к более высокой активности почвенных ферментов.

Исключительно важная роль в превращении поступающих в почву органических форм азота в доступное для сельскохозяйственных культур состояние принадлежит гидролитическим ферментам азотного и углеродного обмена – амилазе, уреазе, ксиланазе и инвертазе.

Высокая активность уреазы в почве – существенный фактор ее азотистого обмена [3]. В настоящее время достоверно и однозначно установлено, что активность уреазы в почве заметно повышается при внесении органического [3, 5] и минерального вещества [6, 8].

Наши исследования позволили впервые получить данные по активности уреазы в ризосфере гречихи на черноземе выщелоченном Саратовского Правобережья при заправке соломы и сидерата (табл. 3).

Главным продуцентом амилазы являются корневые выделения растений. Наибольшая корневая масса отмечалась у гречихи на вариантах с заправкой свежего растительного сырья, что и сказалось на высокой активности этого фермента в почве. Несколько

меньшая масса корней отмечалась на вариантах без органического вещества, что, соответственно, отразилось и на активности фермента.

Результаты наших исследований показали, что органическое вещество вызывало значительное повышение инвертазной активности.

Ксиланаза играет чрезвычайно важную роль в разложении, как почвенного органического вещества, так и свежих растительных остатков. Активность ксиланазы во многом зависела от количества и состава органической массы, запаханной в почву. Наивысшие показатели активности этого фермента отмечены на 3-4 вариантах опыта (табл. 3).

Систематическое внесение высоких доз ( $N_{45}P_{45}$ ) минеральных удобрений заметно снизило активность большинства ферментов. В первую очередь снизились процессы трансформации соединений азота и фосфора. Минеральные удобрения в средних дозах ( $N_{30}P_{30}$ ) активизировали ферментативный комплекс чернозема выщелоченного.

Изучение влияния систематического применения различных видов и сочетаний удобрений на черноземе выщелоченном лесостепного Поволжья показало, что наибольший положительный эффект дала биологизированная система удобрения гречихи, основанная на применении соломы предшественника (озимой пшеницы), ярового рапса в качестве пожнивного сидерата и обработки семян биопрепаратом мизорин. Она способствовала наибольшему усилению биогенности почвы.

Таблица 3

Влияние приемов биологизации на активность почвенных ферментов в посевах гречихи, среднее за 2005-2009 гг.

Варианты опыта		Активность ферментов в фазу цветения гречихи			
		уреаза, мг мочевины/10 г почвы/сут.	амилаза, мг мальтозы/10 г почвы/сут.	ксиланаза, мг/1 мл реакционной смеси	инвертаза, мг глюкозы/1 г почвы/4 ч
Без удобрений	контроль	107	12,0	7,26	11,0
	мизорин	130	17,8	7,75	17,8
	$NP_{30}$	129	17,4	7,74	13,2
	$NP_{45}$	133	16,4	7,82	16,0
Солома	контроль	112	14,0	7,66	15,4
	мизорин	124	21,8	7,78	16,2
	$NP_{30}$	130	22,0	7,78	24,3
	$NP_{45}$	133	21,8	7,76	25,2
Сидерат	контроль	130	22,4	8,10	18,0
	мизорин	137	28,5	8,80	21,6
	$NP_{30}$	140	25,0	8,76	27,2
	$NP_{45}$	147	24,3	8,52	28,2
Солома+ сидерат	контроль	137	23,8	8,40	19,3
	мизорин	148	29,4	9,10	27,2
	$NP_{30}$	148	26,4	8,82	32,0
	$NP_{45}$	149	25,0	8,64	28,6

Применяемые в нашем опыте системы удобрений посредством различного влияния на биологические процессы в почве сказались и на урожайности зерна гречихи. Наименьшая урожайность была на контрольном варианте, где не применялись никакие виды удобрительных веществ – 1,62 т/га в среднем за 2005-2009 гг.

На вариантах использования мизорина или минеральных удобрений на отдельных фонах применения соломы или сидерата урожайность повысилась до 1,86-2,20 т/га.

Однако наибольшая урожайность зерна гречихи в нашем опыте была получена при комплексном использовании различных удобрительных веществ – солома+сидерат и на их фоне применение мизорина для инокуляции семян или минеральных удобрений (N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>) – 2,35-2,43 т/га. При этом применение биопрепарата мизорин на фоне солома+сидерат практически не уступало минеральным удобрениям по эффективности повышения урожайности гречихи, но обеспечивало значительное снижение затрат средств на выращивание.

#### Выводы

1. Применение органических удобрений и биопрепаратов в севообороте значительно увеличивало общее количество микроорганизмов в черноземе выщелоченном лесостепного Поволжья, усиливало разложение органического вещества и повышало выделение CO<sub>2</sub> из почвы.

2. Процесс разложения клетчатки интенсивнее всего протекал на вариантах со свежим органическим веществом и при обогащении микрофлоры почвы микроорганизмами биопрепарата. Внесение минеральных удобрений оказывало слабое влияние на разложение клетчатки.

3. Внесение в почву дополнительного органического вещества соломы и сидерата вызывало значительное повышение ферментативной активности. В то же время, систематическое внесение минеральных удобрений снижало активность большинства ферментов.

4. Запашка соломы и зеленой массы ярового рапса на сидерат, а также обработка семян гречихи биопрепаратом мизорин способствовала поддержанию оптимального соотношения различных групп микробиоты и существенно повышала биогенность чернозема выщелоченного лесостепи Поволжья. Благодаря этому реализовался основной принцип биологизации земледелия – для полноценного обеспечения возделываемых культур питательными ве-

ществами необходимо активизировать организмы, обитающие в почве, с помощью естественных природных процессов.

5. Наибольшая урожайность зерна гречихи была получена при комплексном использовании различных удобрительных веществ – солома + сидерат + мизорин или солома + сидерат + минеральные удобрения. При этом применение биологизированной системы удобрений (солома + сидерат + биопрепарат мизорин) практически не уступало минеральным удобрениям по влиянию на урожайность гречихи, но было менее затратным.

#### Библиографический список

1. Мельникова О.В. Технология возделывания культур и биологическая активность почвы // Земледелие. – 2009. – № 1. – С. 22-24.
2. Нарушева Е.А., Пронько В.В., Юрченко Е.С. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность гречихи и биологическую активность чернозема выщелоченного в Среднем Поволжье // Агрохимия. – 2009. – № 12. – С. 35-44.
3. Карягина Л.А. Оценка плодородия почвы по биологическим показателям // Микробиологические основы повышения плодородия почв. – Минск: Наука и техника, 1983. – С. 101-103.
4. Штатнов В.И. К методике определения биологической активности почвы // Докл. ВАСХНИЛ. – Вып. 6. – 1952. – С. 27-33.
5. Купревич В.Ф., Щербакова Т.А. Почвенная энзимология, – Минск: Наука и техника, 1966. – 246 с.
6. Галстян А.Ш. Об активности ферментов и интенсивности дыхания почвы // Доклады АН СССР. – Т. 127. – № 5. – 1959. – С. 1099-1102.
7. Щербакова Т.А. К методике определения активности инвертазы и амилазы в почве // Сб. докладов симпозиума по ферментам почвы. – Минск: Наука и техника, 1968. – С. 453-455.
8. Власюк П.А., Лисовал А.П. Влияние растений и удобрений на активность некоторых ферментов почвы // Сб. докладов симпозиума по ферментам почвы. – Минск, 1968. – С. 10-23.
9. Казанцев В.П. Использование капустных культур на зеленое удобрение в Сибири // Земледелие. – 1998. – № 4. – С. 22-23.
10. Мишустин Е.Н., Петрова А.П. Определение биологической активности почвы // Микробиология. – 1963. – С. 479-483.

