

УДК 633.11"324":631.84

ВЛИЯНИЕ ДОЗ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА НА ЦЕЛЛЮЛОЗОРАЗЛАГАЮЩУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

В. В. КОЗЛОВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 27.06.2019)

В исследованиях, проведенных методом микроплощадок в производственных посевах озимой пшеницы учебно-опытного хозяйства УО БГСХА на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с различным содержанием гумуса, изучены закономерности изменения интенсивности разложения клетчатки в зависимости от гумусированности почвы и доз азотного удобрения. Между целлюлозоразлагающей активностью почвы и содержанием в ней гумуса выявлена средняя корреляционная связь, имеющая вид параболы, которая характеризовалась корреляционным отношением (η) от 0,39 до 0,61. Наиболее интенсивное разложение клетчатки происходило при содержании в почве гумуса от 1,6 до 2,2 %. На делянках с более высоким содержанием гумуса наблюдалось постепенное снижение изучаемого показателя.

Установлено, что между дозой азотного удобрения в посевах озимой пшеницы и целлюлозоразлагающей активностью почвы существует тесная прямолинейная корреляционная связь, которая характеризовалась коэффициентом корреляции ($r=0,72$) и подчинялась уравнению регрессии ($Y=19,68+0,10X$). Анализ этой связи говорит о том, что около 52 % всех изменений интенсивности разложения целлюлозы было обусловлено изменением дозы азотного удобрения. При этом увеличение дозы азота в посевах озимой пшеницы на 1 кг сопровождалось увеличением интенсивности разложения клетчатки в среднем на 0,10 %.

Согласно трендовым моделям, во все годы исследований наиболее низкая интенсивность разложения целлюлозы была отмечена в варианте без азота. Внесение азота в дозах N_{90} , N_{90+30} и N_{90+60} увеличило значение данного показателя в среднем в 1,64, 1,43 и 2,13 раза соответственно.

Ключевые слова: биологическая активность почвы, целлюлоза, микроорганизмы, гумус, азотные подкормки, озимая пшеница.

In studies conducted by the micro-site method in the winter wheat crops of educational experimental farm of BSAA on sward-podzolic light loamy soil with different humus contents, the patterns of changes in the fiber decomposition rate depending on the humus content of the soil and doses of nitrogen fertilizer were studied. Between the cellulose-decomposing activity of the soil and the content of humus in it, an average correlation was found having the form of a parabola, which was characterized by a correlation ratio (η) from 0.39 to 0.61. The most intense decomposition of fiber occurred with the content of humus in the soil from 1.6 to 2.2 %. In plots with a higher humus content, a gradual decrease in the studied indicator was observed.

It was established that between the dose of nitrogen fertilizer in winter wheat crops and the cellulose-decomposing activity of the soil there is a close rectilinear correlation, which was characterized by a correlation coefficient ($r = 0.72$) and obeyed the regression equation ($Y = 19.68 + 0.10X$). An analysis of this connection suggests that about 52% of all changes in the rate of cellulose decomposition were due to changes in the dose of nitrogen fertilizer. Moreover, an increase in the dose of nitrogen in crops of winter wheat by 1 kg was accompanied by an increase in the rate of fiber decomposition by an average of 0.10%.

According to trend models in all years of research, the lowest rate of cellulose decomposition was observed in the nitrogen-free variant. The introduction of nitrogen in doses of N_{90} , N_{90+30} and N_{90+60} increased the value of this indicator on average by 1.64, 1.43 and 2.13 times, respectively.

Key words: biological activity of the soil, cellulose, microorganisms, humus, nitrogen fertilizing, winter wheat.

Введение

Почвенное плодородие и особенности его трансформации под влиянием удобрений во многом определяются направлением и интенсивностью жизнедеятельности микроорганизмов. Они являются важнейшей составляющей живой фазы почвы и существенно отличаются как по таксономическому положению, так и по своим экологическим функциям. Микроорганизмы не только минерализуют органическую биомассу, высвобождая элементы питания растений, но и сами являются резервуаром питательных веществ, трансформируют вносимые в почву минеральные, в первую очередь азотные удобрения.

Для нормального функционирования почвенных микроорганизмов необходимы энергия и элементы питания, источниками которых являются вносимые в почву минеральные и органические удобрения, отмершее органическое вещество и продукт его трансформации – гумус. С их жизнедеятельностью связаны процессы синтеза и распада

гумусовых веществ, минерализация пожнивных и корневых остатков и вносимых в почву органических удобрений [10], а в конечном итоге урожайность сельскохозяйственных культур. Вместе с тем при определенных условиях микроорганизмы могут выступать конкурентами растений в питании азотом. Это происходит в первую очередь при широком соотношении между содержанием углерода и азота в отмершем органическом веществе, а также при высоком содержании в почве гумуса. Именно поэтому важно знать закономерности изменения биологической активности почвы в зависимости от её гумусового состояния и доз азотного удобрения.

От биохимических процессов, протекающих в почве, зависит скорость разложения различных соединений, накопление доступных для растений элементов питания и в конечном счете плодородия почвы [5,1]. Поэтому в последнее время особое внимание уделяется такому важному показателю, как биологическая активность почвы.

Биологическая активность – это совокупность биологических и биохимических процессов в почве, связанных с жизнедеятельностью ее фауны, микрофлоры и корней растений. Любые изменения, которые происходят в почве, отражаются на ее биологической активности, а в конечном итоге и на урожайности растений [2, 3].

Она зависит как от природных факторов (типа почвы, растительности, погодноклиматических условий), так и от антропогенных (особенностей земледелия, степени эрозии, уплотнения и т. д.). Ее можно оценить по таким интегральным показателям, как дыхание почвы (интенсивность выделения углекислого газа), нитрификационная способность, азотфиксирующая и целлюлозоразлагающая активность. Из них наиболее простым и доступным в изучении является целлюлозоразлагающая активность почвы. Она достаточно точно характеризует функционирование почвенных организмов в реальных экологических условиях и изменяется в течение вегетационного периода под действием влажности и температуры почвы, условий погоды, почвенно-экологических факторов, возделываемых культур, применения минеральных и органических удобрений, известкования, способов обработки почвы, севооборотов и так далее [7, 8, 11, 4, 9]. Для определения целлюлозоразлагающей активности почвы учеными предложен метод аппликаций. Он весьма показателен при решении ряда агрономических вопросов. Учитывая, что разложение целлюлозы, осуществляется самыми разными в систематическом отношении микроорганизмами (грибами, актиномицетами, аэробными и анаэробными бактериями), темпы её разложения могут служить одним из диагностических показателей для выяснения степени окультуренности почв. При этом скорость разложения клетчатки в почве зависит от наличия в ней легкодоступного азота, поэтому данный метод позволяет судить об энергии мобилизации почвенных процессов в целом.

Основная часть

Исследования проводились в 2012, 2015 и 2016 гг. методом микроплощадок [6] в производственных посевах озимой пшеницы учебно-опытного хозяйства УО БГСХА. Для этого были подобраны два поля с выровненным рельефом и автоморфными условиями увлажнения, расположенные на почве одного генезиса и имеющие одинаковую историю. Почва опыта дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессе. Ежегодно на одном из подобранных полей с существенным различием в содержании гумуса выделялся массив опытного участка протяженностью около 1 км и шириной 60 м, на котором на фоне $P_{60}K_{120}$, внесенных в основную заправку, изучались 3 варианта азотных подкормок: N_{90} , N_{90+30} и $N_{90+30+30}$. Первая подкормка проводилась в начале весенней вегетации растений, вторая и третья – в фазу конец кущения–начало выхода в трубку и в фазу флагового листа. Контролем служил вариант без азотных подкормок.

Объект исследования – озимая пшеница сорта Богатка. Предшественником являлся озимый рапс.

Норма высева озимой пшеницы – 5 млн всхожих семян на гектар.

Уход за посевами включал: обработку гербицидом «Марафон» и обработку фунгицидом «Рекс Дуо». В основную заправку под озимую пшеницу было внесено 2,4 ц/га аммонизированного суперфосфата и 2 ц/га хлористого калия.

На каждом варианте азотного удобрения было выделено по 36 учетных площадок размером 0,52², с которых учитывали урожайность зерна и соломы, отбирались образцы почвы для анализа их гумусового состояния и агрохимических свойств. Результаты исследований подвергнуты корреляционному анализу. Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно различались между собой. В совокупности они оказали влияние на динамику формирования урожая и его конечную величину. Однако в целом агрометеорологические условия в годы закладки и проведения опытов можно охарактеризовать как благоприятные для роста и развития зерновых культур.

Корреляционная связь между целлюлозоразлагающей активностью почвы и содержанием в ней гумуса характеризовалась корреляционными отношениями (η) от 0,39 до 0,61.

Анализ моделей показывает, что наиболее низкие темпы разложения целлюлозы были отмечены в 2012 г. Без азотных подкормок они составили в среднем 14,42 %, при внесении азота в дозах 90, 120 и 150 кг/га д.в. 23,67 %, 20,63 и 30,65 % соответственно. Более низкая интенсивность разложения целлюлозы в 2012 г. объясняется в первую очередь особенностями метеорологических условий в период компостирования целлюлозы. В июле этого года количество осадков составило 33,4 мм, в то время как в 2015 и 2016 гг. соответственно 60,1 и 119,2 мм. Согласно трендовым моделям, во все годы исследований наиболее низкая интенсивность разложения целлюлозы была отмечена в варианте без азота. В 2012 г. она колебалась от 9,17 % на микроплощадках с содержанием гумуса около 1,2 % до 18,97 при гумусированности почвы 2,20 %. Внесение азота в дозах N₉₀, N₉₀₊₃₀ и N₉₀₊₆₀ увеличило значение данного показателя в среднем в 1,64, 1,43 и 2,13 раза соответственно. В 2015 и 2016 гг. в варианте без азота наиболее высокая интенсивность разложения клетчатки получена на микроплощадках с содержанием гумуса 1,60 %. На делянках с более высоким содержанием гумуса наблюдалось постепенное снижение изучаемого показателя. Применение азотных подкормок в дозах N₉₀, N₉₀₊₃₀ и N₉₀₊₆₀ увеличило целлюлозаразлагающую активность почвы в среднем в 2015 г. в 1,19, 1,51, 1,36 и в 2016 1,46, 1,71 и 2,05 соответственно. При внесении N в дозе 90 кг/га д.в. интенсивность разложения клетчатки в среднем за 2012 г. составила 23,67 %, в 2015 г. этот показатель возрос на 5,46 %, в 2016 г. – 7,73 %. Коэффициент аппроксимации находился в пределах от 0,49 до 0,75 %. Биологическая активность почвы во все годы исследования возрастала до определенного значения гумусированности, а затем при более высоком содержании гумуса снижалась. В варианте с дозой азота 90+30 в 2012 г. биологическая активность почвы колебалась от 11,15 % до 26,05 % при гумусированности почвы 1,40–2,20 %. К сожалению, при такой дозе азота микроплощадки с более высоким содержанием гумуса отсутствовали.

В 2015–2016 гг. высокое значение биологической активности почвы было при содержании в почве гумуса от 1,80–2,00 % (42,00–42,13; и 42,61–42,51). Коэффициент аппроксимации находился от 0,67 до 0,82. Применение азота в дозе 150 кг/га д.в. привело к наибольшему темпу разложения клетчатки в пределах гумусированности от 1,40–2,40 % в 2012–2016 гг. В данном интервале содержания в почве гумуса биологическая активность почвы в 2015 г. была выше, чем в 2012 г. на 36,02 %, а в 2016 г. на 46,33.

Таблица 1. Трендовые модели интенсивности разложения целлюлозы (%) в посевах озимой пшеницы, возделываемой при разных дозах азотана дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с различным содержанием гумуса

Годы	Уравнения тренда	R ²	Интенсивность разложения целлюлозы (Y, %) при содержании гумуса (X, %)											Среднее, %
			1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	
Без азота														
2012	$Y = -5,353X^3 + 20,45X^2 - 11,98X + 3,347$	0,85	9,17	11,97	14,61	16,82	18,36	18,97	18,39	16,36	12,62	6,93	–	14,42
2015	$Y = 3,965X^2 -$	0,91	24,12	25,94	26,67	26,48	25,56	24,11	22,32	20,37	–	–	–	24,44

	$-30,46X^2+68,19X-20,7$													
2016	$Y = 8,771X^2 - 61,37X + 132,4X - 65,11$	0,97	20,55	24,03	25,55	25,52	24,38	22,53	20,41	18,43	17,01	16,58	-	21,49
N_{90}														
2012	$Y = -11,70X^2 + 47,31X - 19,38$	0,75	-	23,92	26,36	27,87	28,44	28,07	26,77	24,53	21,36	17,25	12,20	23,67
2015	$Y = 7,20X^2 + 25,56X + 10,63$	0,49	30,93	32,30	33,09	33,31	32,95	32,01	30,50	28,41	25,75	22,51	18,69	29,13
2016	$Y = -15,40X^2 + 63,02X - 27,94$	0,66	25,51	30,10	33,47	35,60	36,50	36,17	34,60	31,81	27,78	22,52	-	31,40
N_{90+30}														
2012	$Y = -25,27X^2 + 109,6X - 92,76$	0,67	-	11,15	17,91	22,65	25,36	26,05	-	-	-	-	-	20,63
2015	$Y = -14,90X^2 + 57,28X - 12,83$	0,77	34,45	38,16	40,67	42,00	42,13	41,07	38,82	35,37	30,74	24,91	-	36,83
2016	$Y = -15,86X^2 + 59,79X - 13,63$	0,82	35,28	38,99	41,43	42,61	42,51	41,15	38,51	34,61	29,44	23,00	-	36,75
N_{90+60}														
2012	$Y = -26,18X^2 + 99,74X - 57,13$	0,92	24,86	31,19	35,43	37,58	37,63	35,59	31,45	25,22	16,89	-	-	30,65
2015	$Y = -18,31X^2 + 78,80X - 45,47$	0,76	22,72	28,96	33,74	37,05	38,89	39,27	38,18	35,63	31,62	26,14	-	33,22
2016	$Y = -14,43X^2 + 61,45X - 16,65$	0,84	36,31	41,10	44,73	47,21	48,53	48,70	47,71	45,57	42,28	37,83	-	43,99

В среднем за 3 года исследования интенсивность разложения клетчатки в варианте без внесения азотных подкормок составила 20,12 %, при применении N_{90} , N_{90+30} , $N_{90+30+30}$ была равна 28,06; 31,41; 35,95 соответственно.

Изучение взаимосвязи между интенсивностью разложения целлюлозы и дозами азотных удобрений показывает, что увеличение дозы азота на 1 кг сопровождается увеличением интенсивности разложения клетчатки на 0,1 %. При этом взаимосвязь между изучаемыми признаками характеризовалась коэффициентом корреляции 0,72 и подчинялась уравнению регрессии $Y = 19,68 + 0,10X$. Анализ этой связи говорит о том, что около 52 % всех изменений интенсивности разложения целлюлозы было обусловлено изменением дозы азотного удобрения.

Заключение

1. Интенсивность разложения клетчатки в посевах озимой пшеницы находится пределах от 6,93 до 48,70 % и зависит от содержания в почве гумуса и дозы азотного удобрения.

2. Между содержанием в почве гумуса и целлюлозоразлагающей активностью почвы существует средняя корреляционная связь, имеющая вид параболы и характеризующаяся корреляционным отношением от 0,39 до 0,61. Наиболее интенсивное разложение клетчатки происходит при содержании в почве гумуса от 1,6–2,2 %. На делянках с более высоким содержанием гумуса наблюдается постепенное снижение изучаемого показателя.

3. Между дозой азотного удобрения в посевах озимой пшеницы и целлюлозоразлагающей активностью почвы существует тесная прямолинейная корреляционная связь ($r = 0,72$, $Y = 19,68 + 0,10X$). Увеличение дозы азота на 1 кг сопровождается увеличением интенсивности разложения клетчатки на 0,10 %.

ЛИТЕРАТУРА

- Акинчик, А. В. Формирование урожая и качества силоса кукурузы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений / А. В. Акинчик, Л. Н. Кузнецова, С. А. Линков // Кукуруза и сорго. – 2012. – № 3. – С. 18–21.
- Ананьева, Н. Д. Микробиологическая оценка почв в связи с самоочищением от пестицидов и устойчивостью к антропогенным воздействиям: автореферат дис. доктора биологических наук: 03.00.27.03.00.07 / Н. Д. Ананьева. – Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М., 2001. – 49 с.
- Балаян, Т. В. Биологическая активность дерново-подзолистой почвы и урожай сельскохозяйственных культур / Т. В. Балаян // Почвоведение. – 1993. – № 12. – С. 65–71.
- Безменко, А. А. Оптимизация основной обработки почвы под яровую пшеницу в условиях Владимирскогоополья: автореферат дисс. ... канд. с.-х наук / А. А. Безменко. – М., 2014. – 20 с.
- Биологические основы плодородия почвы / О. А. Берестецкий [и др.]. – М.: Колос, 1984. – 287 с.
- Воробьев, В. Б. Методика закладки полевого опыта на почве с различным уровнем содержания гумуса. Рекомендации для научных сотрудников, преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов учебных заведений агроэкологического профиля / В. Б. Воробьев, Г. В. Седукова. – Горки, 2018. – 20 с.

7. Гончаров, Н. Ф. Способы использования и биологическая активность почвы / Н. Ф. Гончаров, А. В. Попов, Н. Г. Митина / Совершенствование технологических средств и технологий возделывания сельскохозяйственных культур: материалы н-практ. конф. – Курск, 1995. – С. 48–51.
8. Исаев, А. П. Основная обработка серых лесных почв и приёмы её минимизации / А. П. Исаев, А. М. Платонов, В. М. Новиков / Сб. науч. трудов «Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур (40 лет ВНИИ ЗБК)». – Орёл, 2004. – С. 103–106.
9. Кузнецова, Л. Н. Целлюлозоразлагающая способность микроорганизмов при «нулевой» технологии / Л. Н. Кузнецова // Вестник Курской ГСА. – 2014. – № 7. – С. 49–51.
10. Минеев, В. Г. Химизация земледелия и природная среда / В. Г. Минеев. – М.: Агрохимиздат, 1990. – 287 с.
11. Щанова, Л. Н. Влияние удобрений и извести на микробиологическую активность почвы / Л. Н. Щанова // Агрохимия. – 2005. – № 2. – С. 11–21.