

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 631.46+631.51+631.8

А.В. Щур, Д.В. Виноградов, В.П. Валько

ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ АГРОТЕХНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

В статье рассмотрены вопросы изменения целлюлозолитической активности почв под влиянием разных способов обработки почвы и различных вариантов внесения удобрений и биологически активных препаратов. Установлена достоверная корреляционная связь между урожайностью картофеля и целлюлозолитической активностью почвы ($r = 0,61$).

Ключевые слова: целлюлозолитическая активность почвы, внесение удобрений, биологически активный препарат, урожайность.

A.V. Schur, D.V. Vinogradov, V.P. Valko

THE SOILCELLULOLYTIC ACTIVITY IN VARIOUS LEVELS OF AGROTECHNICAL INFLUENCE

The issues of the soil cellulolytic activity change under the influence of the tillage different ways and various variants of the fertilizer and the biologically active preparation introduction are considered in the article. The reliable correlation connection between the potato productivity and the soil cellulolytic activity is established ($r = 0,61$).

Key words: soil cellulolytic activity, fertilizer introduction, biologically active preparation, crop capacity.

Введение. Процессы разложения клетчатки в почве позволяют судить об интенсивности биохимических процессов, биологическом круговороте элементов питания и обеспечении ими культурных растений, а следовательно, о биологической активности почвы и уровне ее плодородия [8, 9]. Следует отметить, что условия жизнедеятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов близки к оптимальным для произрастания полевых культур [1, 3, 4, 5, 6]. Поэтому биологическая активность, определяемая по скорости распада клетчатки, достаточно точно отражает тот комплекс почвенных условий, который действует на важнейший интегральный показатель – урожай [2, 7, 10, 11, 12].

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводились в 2011–2013 гг. на опытном поле Гродненского государственного аграрного университета в звене севооборота: пелюшко-овсяная смесь + райграс однолетний; картофель; ячмень с подсевом клевера.

Почва дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 40–60 см моренным суглинком. Агрохимическая характеристика была следующая: гумус – 1,94 %; P_2O_5 – 396 мг/кг; K_2O – 129 мг/кг; рНКСl – 6,27; сумма поглощенных оснований – 16,2 м-экв/100 г почвы.

На фоне различных способов обработки почвы (вспашка, дискование) изучали эффективность различных видов органических и минеральных удобрений. Размер делянки – 80 м². Повторность опыта – четырехкратная.

В ходе исследований использовались следующие удобрения: органические – подстилочный навоз; минеральные – мочевины, двойной суперфосфат, хлористый калий; ассоциативные – азотобактерин.

Целлюлозолитическую активность (ЦА) определяли по степени разложения в почве фильтровальной бумаги, зашитой в мешочки из стеклоткани, помещенные в почву на глубину 0–30 см на 1,5 мес. Повторность закладки проб по вариантам опыта 3-кратная. По истечении указанного срока мешочки извлекались из почвы, тщательно очищались от корневых волосков и почвы, высушивались до воздушно-сухого состояния и взвешивались. По разнице в весе определялось количество распавшейся клетчатки (в %).

Интенсивность разрушения клетчатки можно оценить по следующей шкале: очень слабая – < 10, слабая – 10–30, средняя – 30–50, сильная – 50–80, очень сильная – > 80.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследованиями ряда авторов установлено, что интенсивность разложения целлюлозы изменяется в течение вегетационного периода под воздействием влажности и температуры почвы, условий погоды, почвенно-экологических факторов. Имеются данные о том, что целлюлозолитическая активность прямо пропорциональна количеству поступающего растительного материала, особенно при наличии поукосных и пожнивных культур, и положительное влияние растительных остатков на почву продолжается в течение всего следующего вегетационного периода (9–10 мес.) [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Анализируя результаты исследований по ЦА, можно заключить, что интенсивность распада клетчатки под изучаемыми культурами неодинакова. Так, при возделывании пелюшко-овсяной смеси с подсевом райграса однолетнего выявлено, что при разных системах обработки и удобрений создаются неоднозначные условия для жизнедеятельности микроорганизмов и, как следствие, ее целлюлозолитической активности.

Результаты опыта показали, что удобрения оказывают существенное воздействие на целлюлозолитическую активность. Так, внесение минеральных удобрений (вариант NPK) существенно интенсифицировало этот процесс: в опыте с оборотом пласта – в 2,0 раза, в опыте без оборота пласта – в 2,4 раза по сравнению с контролем (в среднем за 2 года). На вариантах с навозом этот показатель был невысоким и составлял 19 % по вспашке и 28 % при дисковании. Общеизвестно, что интенсивность распада в почве клетчатки зависит, прежде всего, от наличия в ней подвижного азота, особенно нитратных форм. Поэтому можно утверждать, что традиционная система «навоз + NPK» и «NPK» создает оптимальные условия для жизнедеятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов, а значит, и для питания пелюшко-овсяной смеси с подсевом райграса.

Весьма интересные результаты получены при анализе характера воздействия ассоциативных удобрений на фоне навоза и NPK. Разные по погодным условиям 2011–2012 гг. оказали большое влияние на эффективность данного удобрения. Как известно, интенсивность разложения целлюлозы зависит от влажности почвы, условий погоды, почвенно-экологических факторов [1]. Так, во влажном 2011 г. самая высокая ЦА отмечалась в вариантах NPK + ас. уд. и РК + ас. уд. (54–57 и 81–86 % соответственно). В засушливом 2012 г. данная тенденция наблюдалась в этих же вариантах. Однако показатели ЦА были значительно ниже (вариант РК + ас. уд. – 25–36 %, варианты NPK + ас. уд. – 36–68 % соответственно).

Таким образом, дополнительное внесение ассоциативных удобрений на фоне навоз + NPK усиливает целлюлозолитическую активность. В силу этого следует предполагать положительное воздействие ассоциативных удобрений на экологическую направленность в улучшении почвенного плодородия. В среднем за два года по всем вариантам опыта целлюлозолитическая активность почвы под пелюшко-овсяно-райграсовой смесью при дисковании была выше на 29 % по сравнению со вспашкой. В засушливом 2012 г. обработка без оборота пласта особенно повышала активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов: их активность была в 1,7 раза выше по всем вариантам в этом году, чем по вспашке. А по вариантам NPK + ас. уд., навоз + NPK показатели целлюлозолитической активности превышали предыдущие более чем в 2 раза (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние удобрений и способов обработки на целлюлозолитическую активность
дерново-подзолистой супесчаной почвы, %
(пелюшко-овсяная смесь + райграс однолетний)**

Вариант	Опыт с оборотом пласта			Опыт без оборота пласта		
	2011 г.	2012 г.	Среднее	2011 г.	2012 г.	Среднее
1. Без удобрений	28	13	21	26	19	22,5
2. NPK	45	41	43	44	66	55
3. РК + ас. уд.	81	25	53	86	36	61
4. NPK + ас. уд.	57	36	46,5	54	68	61
5. Навоз	22	16	19	26	30	28
6. Навоз + NPK	23	36	29,5	30	74	52
7. Навоз + ас. уд.	30	31	30,5	28	37	32,5
8. Навоз + NPK + ас. уд.	31	37	34	29	62	45,5
НСР ₀₅	9,3	6,3	-	7,7	7,0	-

В 2012–2013 гг. изучался характер активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов почвы при возделывании картофеля. Установлено, что под пропашной культурой (картофель) клетчатка разлагалась значительно интенсивнее (сильная степень разложения), чем под однолетними зернобобовыми. Так, целлюлозолитическая активность почвы под пелюшко-овсом с подсевом райграса однолетнего в среднем за 2 года составила 19–61 %, в то время как под картофелем этот показатель был в пределах 37–96 % (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние удобрений и способов обработки почвы на целлюлозолитическую активность
дерново-подзолистой супесчаной почвы под картофелем, %**

Вариант	Опыт с оборотом пласта			Опыт без оборота пласта		
	2012 г.	2013 г.	Среднее	2012 г.	2013 г.	Среднее
1. 40 т навоза	58	45	52	61	60	60
2. 40 т + NPK	77	81	79	74	77	76
3. 40 т + РК + ас. уд.	74	28	51	75	67	71
4. 40 т + NPK + ас. уд.	82	82	82	77	74	76
5. 80 т навоза	74	84	79	72	75	74
6. 80 т + NPK	79	96	88	75	55	65
7. 80 т + ас. уд.	66	48	57	77	37	57
8. 80 т + NPK + ас. уд.	73	89	81	80	66	74
НСР ₀₅	8,9	13,0	-	11,4	11,5	-

Внесение минеральных удобрений на фоне навоза (традиционная система удобрения картофеля) навоз 40 т + NPK и навоз 80 т + NPK интенсифицировало процесс разложения целлюлозы в опыте с оборотом пласта в 1,3–2,1 раза, в опыте без оборота пласта – в 1,2 раза.

Еще более высоким этот показатель был в варианте с внесением 80 т/га навоза. Увеличение дозы органических удобрений вдвое способствовало увеличению интенсивности распада клетчатки с 45–58 до 74–84 % в опыте с оборотом пласта, с 60–61 до 72–75 % – в опыте без оборота пласта.

Определенный интерес представляет изучение воздействия ассоциативной микрофлоры на фоне навоза, NPK и РК удобрений. По мнению исследователей, вклад азотфиксирующих бактерий в азотный баланс почв при ассоциативной азотфиксации связан с их активным физиологическим состоянием в период быстрого развития растений.

Особое значение приобретает в этом случае фактор увлажненности почвы. В связи с этим М.М. Умаров отмечает, что даже при сочетании многих факторов (температурный режим почвы, воздуха, освещенность, содержание соединений азота в почве, концентрация CO₂ в воздухе и др.) достаточно динамичный в течение вегетационного периода показатель влажности почвы часто является одним из главных стимулирующих величин ассоциативной азотфиксации. Так, в засушливом 2012 г. внесение азобактерина несколько интенсифицировало процесс разложения клетчатки. В вариантах с внесением ассоциативных удобрений 40 т + РК + ас. уд., 40 т + NPK + ас. уд., 80 т + ас. уд., 80 т + NPK + ас. уд. отмечена сильная степень разложения клетчатки (73–82 %).

В 2013 г. с засушливым началом лета и дождливыми июлем-августом имела место другая закономерность. В вариантах с внесением РК удобрений на навозном фоне ассоциативные микроорганизмы значительно снизили свою работоспособность. Целлюлозолитическая активность в этих вариантах (3 и 7) составила 28–48 % в опыте с оборотом пласта и 37–67 % без оборота пласта. Полное минеральное удобрение (2, 4, 6 и 8 варианты) значительно повышало этот показатель на обоих способах обработки почвы (до 77–96 %).

Таким образом, традиционная органо-минеральная система удобрения создает оптимальные условия для жизнедеятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов, а следовательно, и для питания картофеля.

В целом по опыту внесение азобактерина несколько усиливало целлюлозолитическую активность. Однако этот показатель в значительной степени зависел от способа заделки органических удобрений, от влажности и температуры почвы. В исследованиях проявилось неоднозначное воздействие способов обработки на данный показатель. Если в засушливом 2012 г. минимализация обработок несколько усиливала процессы разложения клетчатки, то в 2013 г. заделка навоза под вспашку способствовала значительному усилению процессов разложения клетчатки (96 и 55 %; 89 и 66 %). Можно предположить, что чем интенсивнее протекают процессы разложения клетчатки, тем быстрее осуществляется биологический круговорот элементов питания и тем полнее культура обеспечивается питательными элементами. Данное положение нашло подтверждение в авторских исследованиях: установлена достоверная корреляционная связь между урожайностью картофеля и целлюлозолитической активностью почвы ($r = 0,61$).

Анализ данных ЦА под ячменем с подсевом клевера показал, что в целом уровень разложения целлюлозы был достаточно высокий – «сильная» и «очень сильная» степень разложения клетчатки.

Внесение удобрений значительно повышало этот показатель. Причем, в вариантах с полным удобрением ЦА была, как правило, наивысшей. Степень разложения клетчатки в значительной мере связана с системой обработки почвы. В опыте анализируемый показатель в варианте без оборота пласта был на 25,8 % выше, чем по вспашке (табл. 3).

Таблица 3

Влияние удобрений и способов обработки почвы на целлюлозолитическую активность дерново-подзолистой супесчаной почвы, % (ячмень с подсевом клевера), 2013 г.

Вариант	Опыт с оборотом пласта	Опыт без оборота пласта
1. Без удобрений	46	73
2. NPK	77	97
3. РК + ас. уд.	63	72
4. NPK + ас. уд.	97	86
5. Навоз	53	93
6. Навоз + NPK	65	94
7. Навоз + ас. уд.	55	78
8. Навоз + NPK + ас. уд.	66	64
НСР ₀₅	9,37	11,79

Заключение. Выявлено достоверно благоприятное влияние на целлюлозолитическую активность почвы внесение органических и ассоциативных удобрений. Отмечено, что вспашка снижает целлюлозолитическую активность дерново-подзолистой супесчаной почвы под изученными культурами. В то же время установлена достоверная корреляционная связь между урожайностью картофеля и целлюлозолитической активностью почвы ($r = 0,61$).

Считаем, что для оптимизации условий произрастания культур и микробиологической активности почвы при высокой культуре земледелия нецелесообразно проводить обработку почвы, связанную с оборотом пласта.

Литература

1. Вальков В.П., Щур А.В. Особенности биотехнологического земледелия. – Минск: БГАТУ, 2011. – 196 с.
2. Валько В.П. Сельскому хозяйству – биогеоценологическую основу // Наука – производству: мат-лы 2-й Междунар. конф. – Гродно, 1998. – С. 88–89.
3. Виноградов Д.В., Вертелецкий И.А. Рост и развитие масличных культур при разном уровне минерального питания // Междунар. техн.-экон. журн. – 2011. – № 4. – С. 99–102.
4. Практикум по растениеводству / Д.В. Виноградов, Н.В. Вавилова, Н.А. Дуктова [и др.]. – Рязань: РГАТУ, 2014. – 320 с.
5. Деградационные процессы почв и земельных угодий Рязанской области / Д.В. Виноградов, В.И. Гусев, Н.П. Кузнецов [и др.] // Агроэкоинформ. – 2013. – № 2 [Электронный ресурс] // <http://agroecoinfo.narod.ru/journal/index>.
6. Курчевский С.М., Виноградов Д.В. Роль агрометрических приемов в улучшении основных агрофизических свойств супесчаной дерново-подзолистой почвы // Агропанорама. – Минск, 2013. – № 6. – С. 10–12.
7. Курчевский С.М., Виноградов Д.В. Изменение основных свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы под действием органо-минеральных удобрений и бактериального препарата «Байкал ЭМ-1» // Вестн. УО БГСХА. – 2013. – № 4. – С. 113–117.
8. Ушаков Р.Н., Виноградов Д.В., Головина Н.А. Физико-химический блок плодородия агросерой почвы // Агротех. вестн. – 2013. – № 5. – С. 12–13.
9. Физико-химическая модель плодородия серой лесной почвы как информационной основы ее устойчивости к неблагоприятным воздействиям / Р.Н. Ушаков, Д.В. Виноградов, В.И. Гусев [и др.] // Почвы Азербайджана: генезис, география, мелиорация, рациональное использование и экология: мат-лы Междунар. науч. конф. – Баку; Габала: НАН Азербайджана, 2012. – С. 1013–1018.
10. Фадькин Г.Н., Виноградов Д.В. Роль длительности применения форм азотных удобрений в формировании урожая сельскохозяйственных культур в условиях юга Нечерноземья // Междунар. техн.-экон. журн. – 2014. – № 2. – С. 80–82.
11. Щур А.В., Валько В.П., Валько О.В. Агроэкологические особенности применения биологически активных препаратов в условиях радиоактивно загрязненных территорий Республики Беларусь // Исследования, результаты. – Алматы. – 2014. – № 1. – С. 205–212.
12. Щур А.В., Виноградов Д.В., Валько В.П. Динамические процессы содержания свободных почвенных аминокислот на различных уровнях агротехнического воздействия при возделывании пелюшко-овсяно-райграсовой смеси в условиях Беларуси // Агроэкоинформ. – 2014. – № 2 [Электронный ресурс] // <http://agroecoinfo.narod.ru/journal/index.html>.