

V.V. Makhnach. Historical Aspects of Studying of Paleontology and Paleogeography of the Jurassic Period Republic of Belarus

Historical aspects of studying of the Jurassic period of Belarus are considered in a chronological order. Predominating hypotheses are allocated: a hypothesis paleostrat both a hypothesis bio - and geostратification round which the circle of problem questions was formed and appeared new hypotheses. The directions of scientific researchers are allocated within new time period. Problem questions of a paleogeography and paleontology of the Jurassic Period, as the fundamental and production character, demanding researches are designated.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 12.11.2012

УДК 631.95:551.5(476)

Н.В. Михальчук, О.А. Галуц

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ДЕГРАДИРУЮЩИХ ПОЧВ

Приведена оценка эффективности использования отходов сахарного производства для увеличения производительной способности дефлированных песчаных почв и рекультивированных торфяно-болотных почв при выращивании однолетних и многолетних трав.

Введение

В современную эпоху на фоне обостряющейся угрозы глобального экологического кризиса особую актуальность приобрела проблема деградации земель (почв) и разработка мероприятий по предотвращению соответствующих процессов и реабилитации данных категорий земель. Обозначенная проблема имеет огромное значение как в глобальном, так и страновом и региональном измерении. Так, в Республике Беларусь из всех видов деградации земель наиболее выраженными являются водная и ветровая эрозия. По состоянию на 2010 г. площадь эродированных земель составила около 556,5 тыс. га, или 6,3% сельскохозяйственных земель страны, из них на долю пашни приходится 479,5 тыс. га, или 8,7% всех пахотных земель [1].

Республика Беларусь является полноправной стороной Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием/деградацией земель с 27.11.2001 г. [2], поэтому вопросам предотвращения деградации и восстановления деградированных земель, а также проблемам устойчивого землепользования уделяется повышенное внимание.

В современной структуре природопользования Белорусского Полесья сохранение плодородия сельскохозяйственных земель, восстановление нарушенных и деградированных почв, рациональное обращение с отходами производства и других сфер хозяйственной деятельности также являются ключевыми эколого-экономическими проблемами. В настоящее время значительная часть сельскохозяйственных земель региона подвержена ветровой эрозии, химическому загрязнению; на больших площадях наблюдаются процессы деградации осушенных торфяно-болотных почв и иные виды деградации земель.

В то же время в регионе скопились отвалы в сотни тысяч тонн дефеката и прочих не востребуемых отходов, перспективных к применению для восстановления или поддержания плодородия, противозрозионных и других средообразующих свойств почвогрунтов. Значительную часть таких отходов можно рассматривать не только с точки зрения загрязнения окружающей среды, но и как недоиспользованные материалы и субстраты, которые потенциально могут применяться в качестве компонентов комплексных удобрений и почвоулучшающих добавок, мелиорантов. Это особенно важно при углубляющемся дефиците органического вещества в интенсивно возделываемых агроэкосистемах – в настоящее время объем внесения удобрений в разы меньше уровня выноса действующего вещества, что приводит к отрицательному балансу питательных веществ и гумуса, а так же создает предпосылки для усиления деградации почв.

Работами многих ученых показано, что достижение уравновешенного баланса гумуса возможно в условиях максимально полного использования всех видов органических удобрений (навоза, торфа и компостов на его основе, навозных стоков, сапропелей и др.), а также от-

ходов коммунального хозяйства и промышленности [3]. Ввиду того, что увеличение подвижности гумуса почвы, ускоренное вымывание его в нижележащие горизонты происходит в случае прекращения или недостаточного известкования [4], обеспечение поступления в почву кальцийсодержащих материалов рассматривается в качестве действенной меры поддержания почвенного плодородия [5].

Цель работы – изучение продукционной способности некоторых категорий деградирующих почв западной части Белорусского Полесья в условиях применения отходов сахарного производства при выращивании однолетних и многолетних трав.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились на полевом стационаре «Брестский» (земли КУСП «Совхоз «Брестский», примыкающие к автомагистрали М-1/Е-30 Брест – Москва западнее АЗС «Лукойл» в 4,0 км восточнее г. Бреста).

Микрополевые опыты были заложены на трех почвенных разновидностях:

- 1) дерново-подзолистая, временно избыточно увлажняемая песчаная почва на водно-ледниковом связном песке, сменяемом с глубины 0,35 м рыхлым песком;
- 2) дерново-подзолистая, оглеенная внизу среднедефлированная рыхло-песчаная почва;
- 3) рекультивированная торфяная маломощная низинного типа почва, подстилаемая с глубины 0,6 м связным песком.

Согласно [6], почвы опытных участков 1 и 2 относятся к числу малогумусных среднемощных (содержание органического вещества в горизонте A_1 менее 2,18%, мощность дерново-подзолистого слоя 20–30 см). Реакция почвенной среды на опытном участке 1 среднекислая (pH_{KCl} 4,45); на дефлированной почве – сильнокислая (pH_{KCl} 3,58). Почва опытного участка 3 характеризуется высоким содержанием органического вещества (около 28%) и слабокислой реакцией (pH_{KCl} 5,47); почва маломощная – мощность торфа составляет менее 1 метра.

В качестве почвоулучшающих добавок использовались фильтрационный осадок (дефекат – Д) и транспортно-моечный осадок (ТМО) из карт-накопителей полей фильтрации промышленных стоков ОАО «Жабинковский сахарный завод». Результаты химического анализа Д показали, что содержание карбонатов в нем составляет 72,88%, органического вещества – 7,74%, гумуса – 2,07%, общего азота – 0,28%, подвижного фосфора – 0,19%; pH 9,27. Качественный состав ТМО выгодно отличается от свойств Д. Так, содержание гумуса выше в 1,7 раза, фосфора – в 11,0 раз (292,0 мг/кг против 26,5 мг/кг), калия – в 6,9 раза (1195,0 мг/кг против 173,5 мг/кг), общего азота – в 1,4 раза; показатель pH близок к оптимальным значениям (7,56), содержание карбонатов – 31,48%.

Испытуемые культуры: 2011 г. – люцерна посевная (почвы 1, 2, 3), эспарцет песчаный (1, 2, 3), фестулолиум (75%) + клевер луговой (25%) (1, 2, 3), пайза (1, 2, 3), просо (1, 2, 3); 2012 г. – люцерна посевная (почвы 1, 2, 3), эспарцет песчаный (1, 2), коострец безостый + лядвенец рогатый (3), фестулолиум (75%) + клевер луговой (25%) (1, 2, 3), пайза (1, 2, 3), просо (1, 2, 3).

Варианты опыта: почвенная разновидность 1 – 1) контроль; 2) Д 10 т/га; 3) Д 10 т/га+ТМО 10 т/га; 4) Д 20 т/га+ТМО 20 т/га; почвенная разновидность 2 – 1) контроль; 2) Д 20 т/га; 3) Д 30 т/га+ТМО 30 т/га; 4) Д 40 т/га+ТМО 40 т/га; почвенная разновидность 3 – 1) контроль; 2) Д 20 т/га; 3) Д 30 т/га; 4) Дт 40 т/га. Площадь делянки 25 м², повторность вариантов на почвах 1 и 3 трехкратная, на почве 2 четырехкратная.

Мелиоранты в указанных дозах вносили россыпью перед посадкой сельскохозяйственных культур, с последующей заделкой в почву фрезой почвенной ФС-2, агрегированной с универсальным малогабаритным колесным трактором «Беларус-320».

Продуктивность посевов во всех случаях в 2011 г. определялась при их одноукосном использовании: второй укос многолетних культур не проводился в связи с засушливыми условиями июля–августа; по этой же причине низкой оказалась и отавность однолетников. В 2012 г. практиковалось двухукосное использование травостоев.

Результаты и обсуждение

Изучение продуктивности перечисленных травостоев в условиях применения отходов сахарного производства позволило получить следующие результаты.

Дерново-подзолистая песчаная почва

Установлено, что в условиях почвы 1 самая высокая урожайность в 2011 г. формировалась травостоями пайзы. Внесение по 10 т/га Д и ТМО обеспечило выход зеленой массы 452,9 ц/га – максимальный показатель как среди однолетних, так и многолетних культур, полученный во всех вариантах опыта на данной почве (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние различных доз мелиорантов на урожай зеленой массы сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистой песчаной почве

Культура	Вариант опыта	Урожайность, ц/га (1) и прибавка урожая, ц/га (2)			
		2011		2012	
		1	2	1	2
Однолетние					
Просо	Контроль	199,9	0,0	92,9	0,0
	Д10	252,2	52,3		
	Д10+ТМО10	276,6	76,6	131,0*	38,1*
	Д20+ТМО20	242,5	42,6		
	НСР ₀₅	62,70		52,2	
Пайза	Контроль	365,9	0,00	158,7	0,0
	Д10	414,6	48,7		
	Д10+ТМО10	452,9	87,0	213,4*	54,7*
	Д20+ТМО20	393,5	27,6		
	НСР ₀₅	63,9		40,3	
Многолетние					
Люцерна	Контроль	174,5	0,00	295,6	0,0
	Д10	201,2	26,7	408,4	112,8
	Д10+ТМО10	219,9	45,4	442,0	146,4
	Д20+ТМО20	331,4	156,9	512,3	216,7
	НСР ₀₅	103,0		85,7	
Эспарцет	Контроль	119,2	0,0	195,1	0,0
	Д10	162,6	43,4	304,1	109,0
	Д10+ТМО10	151,2	32,0	268,6	73,5
	Д20+ТМО20	144,8	25,5	268,1	73,0
	НСР ₀₅	26,6		35,6	
Травосмесь фестулоли- ум+клевер	Контроль	89,9	0,0	173,9	0,0
	Д10	99,7	9,7	209,0	35,1
	Д10+ТМО10	134,3	44,4	214,6	40,7
	Д20+ТМО20	143,5	53,5	273,8	99,9
	НСР ₀₅	27,7		28,6	

* Вариант с внесением 20 т/га Д.

Однако необходимо отметить, что в контрольном варианте продуктивность посевов пайзы также зафиксирована на максимальном среди всех исследуемых культур уровне – 365,9 ц/га, поэтому прибавку урожая в 87 ц/га (или на 23,8% больше в сравне-

нии с контролем), полученную от совокупной дозы мелиорантов 20 т/га следует считать относительно невысокой. При аналогичной их дозе продуктивность посевов проса оказалась на 38,4% выше в сравнении с контролем. Хотя показатель урожайности проса в данном варианте опыта составил 276,6 ц/га зеленой массы (на 176,3 ц/га меньше, чем у пайзы), отзывчивость культуры на применение умеренных доз мелиорантов следует признать одной из самых высоких в ряду исследованных культур. Этот вывод подтверждается результатами опытов 2012 г.: на фоне более чем 2-кратного в сравнении с 2011 г. снижения урожайности как проса, так и пайзы относительный прирост урожайности при внесении 20 т/га Д у первой культуры оказался более высоким, чем у второй (41,0% против 34,5%). Заметим, что доза 20 т/га на почве 1 (равно как и на почве 3) выбрана для дальнейших испытаний как наиболее оптимальная по результатам исследований 2011 г.: 2-кратное увеличение объемов вносимых мелиорантов не приводило к статистически значимому увеличению урожайности однолетних культур. Подобная тенденция среди многолетников отмечена у эспарцета: применение стартовой дозы Д 10 т/га привело к увеличению урожайности на 36,4% по сравнению с контролем (162,6 ц/га против 119,2 ц/га). Дальнейшее наращивание объемов используемых мелиорантов оказалось нецелесообразным в связи с неадекватно низкими прибавками урожая. Примерно такие же соотношения продуктивности эспарцета зафиксированы и в 2012 г.: максимальное последствие мелиорантов наблюдалось в варианте Д 10, которое обеспечивало выход зеленой массы 304,1 ц/га при двухукосном использовании культуры. Эффект от использования Д 10+ТМО 10 и Д 20+ТМО 20 оказался примерно одинаковым – около 268 ц/га, что заметно ниже оптимального уровня.

В условиях первого года пользования у люцерны посевной самая большая и статистически значимая прибавка урожая зеленой массы (156,9 ц/га) получена лишь при максимальной дозе мелиорантов – Д 20+ТМО 20 т/га; в варианте Д 10 и Д 10+ТМО 10 существенной разницы в сравнении с урожайностью в контроле не наблюдалось. Примечательно, что в опытах 2012 г. весьма значительное (112,8 ц/га) и статистически значимое увеличение урожайности наблюдалось как проявление последствия начиная уже со стартовой дозы 10 т/га Д; более высокие дозы обеспечивали соответствующее увеличение урожайности.

Дерново-подзолистая среднедефлированная почва

В опытах 2011 г. с однолетними культурами на данной почве установлено, что лишь форсированное применение Д и ТМО (по 40 т/га) позволило получить существенное и статистически значимое увеличение урожайности (таблица 2). Так, если в контрольном варианте урожайность зеленой массы проса составила 123, 0 ц/га, то в указанном случае она была в 2,1 раза большей (253,9 ц/га).

Следует отметить, что в отличие от многолетних культур пайза оказалась наименее требовательной к почвенному плодородию: даже в условиях рассматриваемой (дефлированной) почвы в контроле наблюдался высокий уровень продуктивности – 298,1 ц/га (в 2,4–6 раз больше, чем у остальных культур в аналогичных условиях). И хотя в 2012 г. урожайность культуры снизилась в 2,3 раза, отмеченная особенность осталась неизменной. Максимальный выход зеленой массы также наблюдался в посевах пайзы в варианте Д 40+ТМО 40, где он составил 524,3 ц/га, что на 75,9% выше в сравнении с контролем (в 2012 г. получена 63,2-процентная прибавка урожая).

Таблица 2 – Влияние различных доз мелиорантов на урожай зеленой массы сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистой песчаной дефлированной почве

Культура	Вариант опыта	Урожайность, ц/га (1) и прибавка урожая, ц/га (2)			
		2011		2012	
		1	2	1	2
Однолетние					
Просо	Контроль	123,0	0,0	69,11	0,0
	Д20	151,9	52,3		
	Д30+ТМО30	176,7	76,6		
	Д40+ТМО40	253,4	42,6	128,0*	58,9*
	НСР ₀₅	62,2		52,2	
Пайза	Контроль	298,1	0,0	128,2	0,0
	Д20	311,9	13,9		
	Д30+ТМО30	363,4	65,3		
	Д40+ТМО40	524,3	226,2	209,2*	81,0*
	НСР ₀₅	73,85		57,8	
Многолетние					
Люцерна	Контроль	73,9	0,0	117,2	0,0
	Д20	84,9	11,0	148,6	31,4
	Д30+ТМО30	99,5	25,6	168,2	51,0
	Д40+ТМО40	126,0	52,1	218,3	101,1
	НСР ₀₅	16,5		33,0	
Эспарцет	Контроль	49,8	0,0	66,7	0,0
	Д20	62,7	13,0	85,9	19,2
	Д30+ТМО30	92,6	42,8	91,7	25,0
	Д40+МТО40	102,9	53,1	110,3	43,6
	НСР ₀₅	5,2		16,0	
Травосмесь фес-тулолиум+клевер	Контроль	51,0	0,0	55,7	0,0
	Д20	89,8	38,8	80,7	25,0
	Д30+ТМО30	108,9	57,9	96,0	40,3
	Д40+ТМО40	116,5	65,5	114,3	58,6
	НСР ₀₅	26,5		16,3	

* Вариант с внесением 20 т/га дефеката.

Применение изучаемых мелиорантов на почве 2 под многолетние травы оказалось менее эффективным, особенно в отношении культуры эспарцета песчаного и травосмеси фестулолиума и клевера лугового. Хотя в обоих случаях максимальные дозы Д и ТМО (по 40 т/га) обеспечивали более чем 2-кратную прибавку урожая в сравнении с контролем, достоверно нарастающего их последствия (как в опытах на почвах 1 и 3) в 2012 г. не зафиксировано (за исключением варианта Д 20 под эспарцет песчаный, где выход зеленой массы в 2012 г. увеличился на 37% в сравнении с 2011 г.).

Среди многолетних культур наиболее высокой продуктивностью на почве 2 отличалась люцерна посевная. В 2011 г. в варианте Д 40+ ТМО 40 зафиксирована прибавка урожая 52,1 ц/га, что позволило получить 126,0 ц/га зеленой массы. В 2012 г. прибавка урожая в данном варианте составила 101,1 ц/га, а общая урожайность достигла 218,3 ц/га. В этой связи можно констатировать, что относительное восстановление продукционной способности дефлированных почв возможно в условиях применения форсированных доз изученных мелиорантов. В этом случае на экономически приемле-

мом уровне обеспечивается продуктивность засухоустойчивых культур; среди многолетников наиболее целесообразным является возделывание люцерны посевной.

Торфяно-болотная маломощная рекультивированная почва

В условиях рассматриваемой почвы наиболее отзывчивой на использование дефеката оказалась пайза: 20 т/га Д обеспечили прибавку урожая более чем в 1,8 раза в сравнении с контролем (до 525,2 ц/га). Дальнейшее увеличение вносимых доз мелиоранта оказалось нецелесообразным, а при 40 т/га вызвало заметное снижение урожайности (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние различных доз мелиорантов на урожай зеленой массы сельскохозяйственных культур на торфяно-болотной почве низинного типа.

Особенности продукционных процессов в посевах проса в целом проявились аналогично отмеченным у пайзы: статистически значимые прибавки урожая также наблюдались при внесении 20–30 т/га дефеката, обеспечивая урожайность на уровне от 286,0 ц/га до 323,2 ц/га. В 2012 г. урожайность просяных культур на почве 3 заметно снизилась в сравнении с 2011 г.: в контрольных вариантах у проса в 2,0 раза (с 214,8 ц/га до 105,7 ц/га), у пайзы – в 1,4 раза (с 287,3 ц/га до 208,9 ц/га); в варианте Д 20 (оптимальный в 2011 г.) у обеих культур – в 1,7 раза. В то же время прибавка урожая после внесения 20 т/га Д в культуре проса по годам исследований оставалась практически на одинаковом уровне – 50,6 % (2011 г.) и 55,6% (2012 г.), тогда как у пайзы на об-

Культура	Вариант опыта	Урожайность, ц/га (1) и прибавка урожая, ц/га (2)			
		2011		2012	
		1	2	1	2
Однолетние					
Просо	Контроль	214,8	0,0	105,7	0
	Д20	286,0	71,2	164,5	58,8
	Д30	323,2	108,4		
	Д40	244,1	29,3		
	НСР ₀₅	76,41		46,99	
Пайза	Контроль	287,3	0,0	208,9	0,0
	Д20	525,2	238,0	309,1	100,2
	Д30	492,5	205,2		
	Д40	397,0	109,8		
	НСР ₀₅	105,7		70,6	
Многолетние					
Люцерна	Контроль	256,0	0,0	343,8	0,0
	Д20	317,2	61,3	476,2	132,4
	Д30	268,6	12,7	447,1	104,0
	Д40	265,8	9,8	435,3	91,5
	НСР ₀₅	60,4		28,3	
Эспарцет	Контроль	170,6	0,0		
	Д20	302,2	131,6		
	Д30	268,8	98,2		
	Д40	292,8	122,2		
	НСР ₀₅	15,1			
Травосмесь фестулоли- ум+клевер	Контроль	189,6	0,0	241,7	0,0
	Д20	208,8	19,2	292,8	51,1
	Д30	219,8	30,2	317,0	75,3
	Д40	254,3	64,7	357,9	116,2
	НСР ₀₅	40,8		29,6	

щем фоне довольно высокой продуктивности она существенно уменьшилась – с 82,8% в 2011 г. до 48,0 % в 2012 г. По-видимому, эффекты от применения дефеката под культуру пайзы в большей мере, чем у проса, зависят от складывающихся погодноклиматических условий конкретного вегетационного периода.

На втором году пользования многолетних трав наибольший выход зеленой массы наблюдался при возделывании люцерны посевной. Максимальная урожайность данной культуры (как и в 2011 г.) зафиксирована при внесении 20 т/га Д – 476,2 ц/га, что на 132,4 ц/га больше по сравнению с контролем. Более высокие дозы мелиоранта (30 и 40 т/га) на почве 3 не оказывали существенного влияния на продуктивность травостоев люцерны посевной. Травосмесь фестулолиума и клевера лугового также оказалась отзывчивой на последствие возрастающих доз мелиорантов, однако статистически значимая прибавка урожая в 2011 г. получена лишь в варианте Д 40: она составила 64,7 ц/га, что позволило получить 254,3 ц/га зеленой массы. Напротив, в 2012 г. сопоставимые эффекты наблюдались уже как последствие стартовой дозы Д 20, где прибавка 51,1 ц/га обеспечила урожайность на уровне 292,8 ц/га. Максимальная продуктивность, как и в предшествующем году, достигнута в варианте Д 40 – 357,9 ц/га, что на 116,2 ц/га больше в сравнении с контролем.

При испытании травосмеси костреца безостого и лядвенца рогатого (первый год жизни) на почве 3 получена максимальная для бинарных травосмесей урожайность при их двухукосном пользовании – 392,3 ц/га (вариант Д 20). Как и в подавляющем большинстве вариантов с различными культурами, исследованными при возделывании на торфяно-болотной маломощной рекультивированной почве, наращивание вносимых доз Д не обеспечивало существенных прибавок урожая.

Выводы

Таким образом, использование мелиорантов под исследованные многолетние травостои с точки зрения повышения их продуктивности следует признать наиболее целесообразным в условиях рекультивированной торфяно-болотной почвы (3) и дерново-подзолистой песчаной почвы (1). На среднедефлированной почве (2) из многолетних культур рекомендуется возделывание люцерны посевной при условии использования высоких доз мелиоранта. Культура однолетних травостоев проса и особенно пайзы обеспечивает экономически приемлемые уровни урожайности на всех исследованных почвенных разновидностях, однако в условиях дефлированной почвы – при форсированном (80 т/га) применении дефеката.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Состояние природной среды Беларуси : экол. бюл. 2010 г. / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2011. – С. 204.
2. Глобальные природоохранные Конвенции: опыт осуществления в Республике Беларусь / под ред. В.М. Подоляко, В.В. Савченко. – Минск : Полиграфт, 2002. – С. 125.
3. Минеев, В.Г. Агрохимия и биосфера / В.Г. Минеев. – М. : Колос, 1984. – 245 с.
4. Курганова, Е.В. Плодородие почв и эффективность минеральных удобрений / Е.В. Курганова. – М. : Изд-во МГУ, 1999. – 150 с.
5. Орлов, Д.С. Изменение гумусного состояния дерново-подзолистых почв под влиянием различных факторов / Д.С. Орлов, М.Ф. Овчинникова, Я.М. Аммосова // Комплексная химическая характеристика почв Нечерноземья. – М. : Изд-во МГУ, 1987. – С. 43–58.