

Dynamics of calcium and magnesium supply in soils as well as the necessity for application of required volume of liming for maintenance of optimal reaction of agricultural soils are discussed.

Поступила 22.04.14

УДК 631.51: 631.874.3

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ЗАДЕЛКИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНА СЕВООБОРОТА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

**В.В. Лапа¹, В.И. Ульянич², Т.М. Серая¹,
Т.В. Ганчаревич², С.Н. Кобринец²**

¹Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

*²Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция,
г. Пружаны, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Из всех урожаеобразующих факторов для Брестской области, где легкие почвы на пашне занимают более 80%, наиболее значимым является внесение органических удобрений. В 2013 г. на 1 га минеральной пашни внесено навоза 15,0 т/га при потребности для бездефицитного баланса гумуса 17,3 т/га. Около половины хозяйств области имеют отрицательный баланс гумуса. Нередки случаи, когда на отдаленных от ферм полях применяется только минеральная система удобрения.

В проведенных нами исследованиях установлено, что заделка соломы с последующим посевом промежуточных культур на зеленое удобрение может с успехом заменить внесение навоза [1, 2, 3]. Однако при возделывании полевых культур преобладают агротехнические приемы, способствующие активизации разложения органического вещества, и практически не уделяется внимания его экономному расходованию, что экономически невыгодно и вредно с точки зрения экологии [4, 5, 6, 7]. Требуется разработка новых энергосберегающих приемов внесения зеленой массы промежуточных культур, соломы, обеспечивающих более высокую продуктивность пашни и повышение почвенного плодородия.

Для дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава важно установить оптимальные способы и сроки заделки соломы и промежуточных культур на удобрение, а также изучить на указанных фонах влияние минеральных удобрений на урожайность и качество основных сельскохозяйственных культур, что и явилось целью наших исследований.

МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2008–2013 гг. на стационарном опытном участке РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси». Почва опытного участка дерново-подзолистая рыхлосупесчаная, развивающаяся на пылевато-песчанистой супеси, подстилаемой песком ближе 1 м. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} – 6,1–6,3; подвижные формы P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – соответственно 190–240 и 180–220 мг/кг почвы; гумус (по Тюрину) – 2,0–2,2%.

Полевые опыты проводили в трех полях в звене севооборота: картофель Скарб (2009–2012 гг.) – ячмень Зубр (2010–2012 гг.) – озимая рожь Алькора (2011–2013 гг.). Опыты закладывали в 4-кратной повторности. Размер делянки – 72 м², учетная площадь – 40 м². Предшественник картофеля – озимая рожь, солома которой была измельчена на удобрение, и посеяна редька масличная.

Заделку соломы и сидерата осенью осуществляли следующими способами:

1. заделка соломы дискованием + запашка редьки масличной плугом (контроль);
2. заделка соломы дискованием + заделка редьки масличной дискованием в два следа;
3. заделка соломы дискованием + редька масличная без заделки;
4. запашка соломы плугом + редька масличная без заделки.

Способы весенней обработки почвы:

1. вспашка плугом ППП–3–40 на глубину 18–20 см;
2. чизелевание со стрельчатыми лапами АЧУ–2,8 на глубину 18–20 см.

В схему внесения минеральных удобрений были включены варианты:

1. Без удобрений;
2. $N_{90}P_{60}K_{120}$.

Измельчение соломы озимой ржи (предшественника редьки масличной) проведено измельчителем ИРП–1,75. Учет соломы и зерна проводили в восьми точках поля методом наложения рамок размером 0,5x0,5 м. После измельчения соломы вносили карбамид в дозе N_{90} . В 2008 г. почву обрабатывали согласно схеме опыта, перед севом использовали АКШ–3,6 и высевали редьку масличную сорта Ника. После сева поле прикатывали водоналивными катками ЗКВГ–1,4. С 2009 г. применяли дискатор АДН–3Р и кольчато-зубовые катки КЗК–6.

Минеральные удобрения в виде карбамида, аммонизированного суперфосфата, хлористого калия вносили вручную согласно схеме опыта. Агротехника возделывания изучаемых культур – общепринятая для Республики Беларусь.

Активность целлюлозоразрушающих бактерий изучали по интенсивности разложения льняного полотна.

Дисперсионный анализ экспериментальных данных выполняли согласно методике полевого опыта по Б.А. Доспехову [8] с использованием соответствующих программ на компьютере.

Экономическую эффективность определяли расчетным методом согласно принятым методикам по существующим закупочным ценам на продукцию, затратам на получение урожая [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ урожая зеленой массы редьки масличной, высеянной пожнивно после уборки озимой ржи с измельчением соломы на удобрение, показал, что преимущество способа заделки соломы определялось погодными условиями. Однако в два года из трех отмечена четкая тенденция повышения урожая зеленой массы при посеве редьки по вспашке (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность зеленой массы редьки масличной в промежуточной культуре в зависимости от способа заделки ржаной соломы

Вариант	Урожайность (в пересчете на сухое вещество), ц/га			
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	среднее
Заделка соломы дискованием	7,9	20,4	16,8	15,0
Заделка соломы плугом	11,9	19,3	25,2	18,8
НСР ₀₅	4,2	4,8	4,0	2,5

На созданных различными способами заделки соломы и зеленой массы редьки масличной, весенней обработки почвы фонах возделывали картофель Скарб без минеральных удобрений и с внесением $N_{90}P_{60}K_{120}$.

Анализ урожайных данных показал, что при благоприятных погодных условиях за счет плодородия хорошо окультуренной дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почвы, заделанной с осени соломы и зеленой массы редьки масличной получен достаточно высокий урожай клубней картофеля, который в зависимости от варианта опыта по годам изменялся от 233 до 400 ц/га (табл. 2).

Прибавка от внесения минеральных удобрений в зависимости от предшествующей обработки почвы и погодных условий варьировала в довольно широких пределах – 5–113 ц/га.

Существенное влияние на урожайность картофеля оказали погодные условия. Май 2009 г. отличался влажной и прохладной погодой. Коэффициент увлажнения (Md) за месяц подекадно был равен 0,21, 0,85 и 0,48 при оптимуме 0,4–0,6. За июнь осадков выпало больше нормы на 30,2 мм при понижении температуры воздуха от среднемноголетних данных на 0,6 °С. Июль был влажным и относительно теплым. Август отличался сухой и теплой погодой при Md по декадам 0,13, 0,18 и 0,20. В результате в среднем по опыту урожайность картофеля составила 278 ц/га. В вариантах без минеральных удобрений на фоне весновспашки получено в среднем 264 ц/га клубней, прибавка от внесения $N_{90}P_{60}K_{120}$ составила 39 ц/га клубней, чизелевания – 256 и 35 ц/га соответственно.

В этом же году на фоне вспашки отмечена четкая тенденция повышения урожайности картофеля в вариантах 2–4, где редька масличная оставалась на зиму как кулисная культура или заделывалась осенью дисками по сравнению с вариантом 1, где редьку с осени запахали. При этом прибавки на фонах без внесения минеральных удобрений были недостоверны (17–24 ц/га), а на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ составили 43–62 ц/га (табл. 2).

2. Плодородие почв и применение удобрений

Таблица 2

Влияние способов заделки органического вещества, весенней обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность картофеля Скарб, 2009–2011 гг.

Ва- риант	Минеральные удобрения	Урожайность, ц/га										Условно- чистый доход, USD/га	
		2009 г.		2010 г.		2011 г.		среднее		всего	± к контролю		± к вспашке
		всего	± к контролю	всего	± к контролю	всего	± к контролю	всего	± к контролю				
Вспашка весной (18–20 см)													
1*	Без удобрений	249	–	342	–	326	–	306	–	–	–	1027	
	N ₉₀ P ₆₀ K _{1,20}	263	–	386	–	359	–	336	–	–	–	1200	
2	Без удобрений	273	24	314	–28	337	11	308	2	–	–	1087	
	N ₉₀ P ₆₀ K _{1,20}	318	55	420	34	342	–17	360	24	–	–	1518	
3	Без удобрений	266	17	331	–11	334	8	310	4	–	–	1114	
	N ₉₀ P ₆₀ K _{1,20}	325	62	382	–4	371	12	359	23	–	–	1510	
4	Без удобрений	268	19	302	–40	339	13	303	–3	–	–	963	
	N ₉₀ P ₆₀ K _{1,20}	306	43	415	29	387	28	369	33	–	–	1566	
Чизелевание весной (18–20 см)													
1	Без удобрений	264	–	363	–	358	–	328	–	–	22	1248	
	N ₉₀ P ₆₀ K _{1,20}	292	–	428	–	366	–	362	–	–	26	1522	

Окончание табл. 2

Ва- риант	Минеральные удобрения	Урожайность, ц/га												Условно- чистый доход, USD/га
		2009 г.		2010 г.		2011 г.		среднее						
		всего	± к контролю	всего	± к контролю	всего	± к контролю	всего	± к контролю	± к вспашке				
2	Без удобрений	239	-25	358	-5	331	-27	309	-19	1	1070			
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	311	19	415	-13	352	-14	359	-3	-1	1512			
3	Без удобрений	261	-3	400	37	324	-34	328	0	18	1240			
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	291	-1	428	0	384	18	368	6	8	1608			
4	Без удобрений	259	-5	355	-8	371	13	328	0	25	1264			
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	269	-23	404	-24	408	42	360	-2	-9	1517			
НСР ₀₅		25		32		28		19						

Примечание. 1 – дискование соломы + запашка сидерата (контроль); 2 – дискование соломы + дискование сидерата в два следа; 3 – дискование соломы + сидерат без заделки; 4 – запашка соломы + сидерат без заделки.

2. Плодородие почв и применение удобрений

При заделке зеленой массы редьки масличной осенью плугом (контроль) установлено преимущество весенней обработки чизелем на глубину 18–20 см, на фоне без внесения удобрений отмечена тенденция увеличения урожайности (на 15 ц/га), а при их внесении прибавка составила 29 ц/га. Наибольший урожай клубней (325 ц/га) получен при заделке соломы дискованием, а редька масличная оставалась до весны как кулисная культура при внесении минеральных удобрений на фоне вспашки весной.

В 2011 г. сбор клубней в среднем по опыту составил 356 ц/га. В вариантах без минеральных удобрений на фоне весновспашки получено в среднем 334 ц/га клубней, прибавка от внесения $N_{90}P_{60}K_{120}$ составила 31 ц/га, на фоне чизелевания – 346 и 32 ц/га соответственно.

В 2010–2011 гг. отмечена несколько иная, чем в 2009 г. закономерность влияния осенней обработки почвы на урожайность картофеля. При более благоприятных погодных условиях в период клубнеобразования лучшим способом весенней обработки почвы в основном было чизелевание, особенно на фоне без внесения минеральных удобрений. В 2010 г. только просматривалась тенденция уменьшения положительной роли чизелевания в вариантах с внесением $N_{90}P_{60}K_{120}$ на фоне заделки редьки масличной в два следа (вар. 2) или без заделки редьки при запашке соломы (вар. 4).

Установлено, что в варианте 1, где редьку масличную осенью запахивали, во все годы исследований преимущество весенней обработки было за чизелеванием, из чего следует, что при заделке сидеральной культуры осенью плугом под картофель нет надобности в перепашке почвы весной.

Наибольший сбор клубней в 2010 г. (428 ц/га) получен при весеннем чизелевании на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ с заделкой соломы дисками и редьки масличной плугом (вар. 1), а также с заделкой соломы дисками, где редьку масличную оставляли как кулисную культуру (вар. 3).

В 2011 г. не установлено преимущества изучаемых способов заделки органического вещества осенью за исключением варианта, где солому запахивали плугом, а редьку масличную оставляли без заделки при внесении $N_{90}P_{60}K_{120}$. В этом случае получены наибольшие прибавки урожая клубней: на фоне весновспашки – 28 ц/га, при чизелевании – 42 ц/га. В этих вариантах получен и наибольший сбор клубней: соответственно 387 и 408 ц/га.

В среднем за три года вспашка весной не имела достоверного преимущества перед чизелеванием во всех изучаемых вариантах способов заделки органического вещества осенью. Наибольшая прибавка от чизелевания получена в вариантах с запашкой осенью сидерата (вар. 1) – 22 и 26 ц/га или соломы (вар. 4) – 25 ц/га (без минеральных удобрений).

При весенней вспашке урожайность картофеля была достоверно выше в вариантах, где редьку масличную заделывали дисками или оставляли в качестве кулисной культуры на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ по сравнению с вариантами, где осенью сидерат был запахан. При чизелевании весной способ заделки органического вещества осенью практически не имел существенного значения.

В среднем за три года в вариантах 2 и 4 (дискование редьки масличной в два следа и редьки масличной без заделки) на фоне внесения $N_{90}P_{60}K_{120}$ и вспашки весной условно чистый доход составил 1510–1566 USD/га, а в контроле – 1200 USD/га. Величина прибавки урожая клубней колебалась в пределах

22–23 ц/га. Без минеральных удобрений ни один из изучаемых способов заделки органического вещества не имел явного преимущества при вспашке весной.

Наибольшая экономическая эффективность определена в вариантах с дискованием соломы + редька масличная без заделки и при чизелевании весной на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ (1608 USD/га).

Таким образом, при заделке зеленой массы редьки масличной плугом как на фоне минеральных удобрений, так и без них нет надобности в весенней перепахке. Эту закономерность наблюдали и при заделке соломы плугом без внесения туков. В таких случаях весной достаточно провести безотвальное, энергосберегающее чизельное рыхление на глубину 18–20 см.

В результате изучения влияния способов обработки почвы на ее биологическую активность установлена четкая тенденция повышения микробиологической активности по разрушению льняного полотна в варианте с дискованием соломы и запашкой редьки масличной на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ и при чизелевании весной, что нашло свое отражение на сборе клубней.

На основании анализа качественных показателей клубней картофеля (табл. 3) установлена тенденция повышения товарности при внесении минеральных удобрений. Содержание крахмала при этом уменьшается. Не выявлено закономерного влияния способов заделки органического вещества, весенней обработки почвы на изменение товарности, содержание крахмала.

Наименьшее абсолютное значение содержания нитратного азота выявлено в вариантах без внесения минеральных удобрений и наибольшее – при их применении, особенно в 2010–2011 гг., которые характеризовались влажной, теплой, часто пасмурной погодой в период интенсивного роста и клубнеобразования, что и отразилось на средних показателях за годы исследования.

Не установлено закономерного изменения содержания $N-NO_3$ в клубнях в зависимости от способов заделки органического вещества. Выявлено, что без внесения удобрений содержание $N-NO_3$ в клубнях находилось в пределах ПДК. В то же время при внесении $N_{90}P_{60}K_{120}$ во всех изучаемых вариантах количество нитратного азота было выше ПДК, за исключением, где солому заделывали дискованием, а редьку масличную измельчали дисками в два следа при внесении $N_{90}P_{60}K_{120}$ и чизелевании весной. В этом случае содержание $N-NO_3$ было на уровне 146 мг/кг картофеля.

Последствие способов заделки органического вещества изучалось на ячмене сорта Зубр (табл. 4). В 2010 г. отмечалась довольно высокая урожайность зерна для рыхлосупесчаных почв (41,5–68,0 ц/га). Этому способствовали благоприятные условия вегетационного периода. Наибольшие прибавки среди изучаемых факторов получены за счет минеральных удобрений, особенно на фоне чизелевания, исследуемого в последствии. Анализ способов заделки органического вещества показал, что в вариантах, где солома заделывалась дискованием, а зеленая масса редьки масличной – плугом (контроль), выделилась положительная роль чизелевания. В остальных случаях, в основном, прибавка урожайности зерна получена за счет весенней вспашки, проведенной под картофель. Особенно это видно на вариантах без минеральных удобрений. Более высокая урожайность зерна ячменя среди исследуемых способов заделки органического вещества получена при изучении последствие заделки соломы плугом, редька масличная оставалась без заделки (без минеральных удобрений –

2. Плодородие почв и применение удобрений

56,4 ц/га), а на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 68,0 ц/га. Практически такой же сбор зерна отмечался на варианте без внесения минеральных удобрений при заделке соломы однократным дискованием, а редьки масличной – двукратным (56,5 ц/га).

Таблица 3

Влияние способов заделки органического вещества, весенней обработки почвы и минеральных удобрений на качество клубней картофеля Скарб, среднее за 2009–2011 гг.

Вариант	Минеральные удобрения	Вспашка весной (18–20 см)			Чизелевание весной (18–20 см)		
		товарность, %	содержание крахмала, %	содержание нитратов, мг/кг	товарность, %	содержание крахмала, %	содержание нитратов, мг/кг
1*	Без удобрений	95	13,0	111	93	12,7	89
	$N_{90}P_{60}K_{120}$	97	12,2	169	97	12,0	172
2	Без удобрений	96	13,2	111	94	13,0	88
	$N_{90}P_{60}K_{120}$	98	12,1	158	97	11,7	146
3	Без удобрений	95	12,5	108	95	13,2	96
	$N_{90}P_{60}K_{120}$	97	12,0	167	96	11,8	172
4	Без удобрений	93	12,6	106	93	12,8	104
	$N_{90}P_{60}K_{120}$	96	11,6	170	97	11,8	158

Примечание. 1 – дискование соломы + запашка сидерата (контроль); 2 – дискование соломы + дискование сидерата в два следа; 3 – дискование соломы + сидерат без заделки; 4 – запашка соломы + сидерат без заделки.

Крайне неблагоприятные погодные условия для роста и развития яровых зерновых культур сложились в 2011 г. Особенно в конце мая – начале июня, когда отмечалась очень жаркая, сухая погода, температура воздуха на 5,5 °С превышала среднемноголетние показатели при уменьшении количества осадков на 19,8 мм. С 30 мая по 6 июня среднесуточная температура воздуха была в пределах 25,4–30,8 °С. Это привело к снижению почвенной влаги до 3,2% при влажности устойчивого увядания растений 2,8–3,2%. Ячмень в этот период находился в фазе интенсивного роста – начало колошения. На подгоревших местах колос не вышел из флагового листа до самой уборки. Урожайность зерна в среднем по опыту находилась в пределах 17,3–26,2 ц/га.

Формирование урожая зерна ячменя в 2012 г. проходило в довольно сложных метеорологических условиях.

Таблица 4

Влияние способов заделки органического вещества, весенней обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность ячменя Зубр, 2010–2012 г.

Вариант	Минеральные удобрения	Урожайность, ц/га										Условно-чистый доход, USD/га
		2010 г.		2011 г.		2012 г.		среднее за 2010–2012 гг.				
		всего	±, к контролю	всего	±, к контролю	всего	±, к контролю	всего	±, к контролю	±, к вспашке		
Вспашка весной (18–20 см)												
1*	Без удобрений	47,4	–	17,3	–	41,5	–	35,7	–	–	–	351,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	63,7	–	16,4	–	45,5	–	42,7	–	–	–	369,6
2	Без удобрений	56,5	9,1	26,0	8,7	44,4	2,9	39,6	3,9	–	–	413,3
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	65,8	2,1	23,4	7,0	48,4	2,9	44,0	1,3	–	–	390,0
3	Без удобрений	48,2	0,8	17,8	0,5	37,9	–3,6	37,4	1,7	–	–	379,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	61,9	–1,8	17,8	1,4	44,0	–1,5	43,1	0,4	–	–	375,9
4	Без удобрений	56,4	9,0	18,2	0,9	38,8	–2,7	37,5	1,8	–	–	380,4
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	68,0	4,3	18,7	2,3	48,0	2,5	44,1	1,4	–	–	391,3
Чизелевание весной (18–20 см)												
1	Без удобрений	49,3	–	24,0	–	36,8	–	35,5	–	0,2	–	348,9
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	66,4	–	23,5	–	42,8	–	45,2	–	–2,5	–	406,0

2. Плодородие почв и применение удобрений

Окончание табл. 4

Ва- риант	Минеральные удобрения	Урожайность, ц/га												Условно- чистый доход, USD/га
		2010 г.			2011 г.			2012 г.			среднее за 2010–2012 гг.			
		всего	±, к контролю	±, к контролю	всего	±, к контролю	±, к контролю	всего	±, к контролю	±, к контролю	всего	±, к контролю	±, к вспашке	
2	Без удобрений	49,4	0,1	24,2	0,2	35,9	-0,9	35,7	0,2	3,9			352,4	
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	60,9	-5,5	27,5	4,0	44,9	2,1	42,6	-2,6	1,4			368,2	
3	Без удобрений	41,5	-7,8	21,7	-2,3	36,7	-0,1	34,1	-1,1	3,3			327,2	
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	63,2	-3,2	21,9	-1,6	36,6	-6,2	42,4	-2,8	0,7			364,7	
4	Без удобрений	53,0	3,7	20,4	-3,6	36,0	-0,8	37,7	2,2	-0,2			383,2	
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	65,8	-0,6	26,2	2,7	44,3	1,5	44,5	-0,5	-0,4			397,6	
НСР ₀₅		3,4			4,0			4,1			2,2			

Примечание. 1 – дискование соломы + запашка сидерата (контроль); 2 – дискование соломы + дискование сидерата в два следа; 3 – дискование соломы + сидерат без заделки; 4 – запашка соломы + сидерат без заделки.

Если май был сухим, то июнь, особенно третья декада, был влажным, осадков выпало 106,7 мм, что на 22,7 мм выше климатической нормы. Среднемесячная температура воздуха составила 16,2 °С при среднемноголетней 16,4 °С. Это положительно сказалось на формировании урожая зерна.

Июль был очень жарким и сухим. С 1 по 9 июля дневная температура воздуха была в пределах 30,2–33,5 °С, что явилось причиной «подгорания» растений ячменя и озимой ржи. А в конце месяца температура воздуха доходила до 33,5 °С, что метеорологи зафиксировали как опасное явление. В целом за месяц осадков выпало 41,1 мм, что составило 50% от климатической нормы (82,0 мм). Это привело к ощутимой вариации между делянками опыта. Наименьшая существенная разность для частных различий составила 4,1 ц/га при относительно хорошем сборе зерна для рыхлосупесчаных на песках почвах – 35,9–48,4 ц/га. Наблюдалась более высокая урожайность на фоне вспашки весной под предшественник, где превышение по отношению к чизелеванию составило 1,2–8,5 ц/га.

В 2012 г. не отмечено достоверного увеличения урожая зерна ячменя на фоне вспашки к контролю. Наибольшая прибавка от минеральных удобрений на этом фоне получена при заделке соломы плугом, когда редька масличная оставалась без заделки при урожайности 48,0 ц/га. Практически такая же урожайность сформирована, когда солома заделывалась дискованием, а зеленая масса сидерата – дисками в два следа (48,4 ц/га).

На фоне чизелевания отмечено существенное снижение урожайности по отношению к контролю при заделке соломы дискованием, когда редька масличная оставалась как кулисная культура на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$.

Получены достоверные прибавки при внесении минеральных удобрений за исключением варианта, где солома заделывалась дисками, а редька масличная оставалась без заделки.

В среднем за три года наибольшее увеличение урожайности от чизелевания (2,5 ц/га) получено на контроле при внесении $N_{90}P_{60}K_{120}$, а от вспашки – на вариантах без внесения минеральных удобрений при заделке соломы дисками, а редьки масличной – дискованием в два следа (3,9 ц/га), и когда редька масличная оставалась как кулисная культура (3,3 ц/га).

На фоне вспашки весной получены на всех изучаемых способах заделки органического вещества прибавки зерна по отношению к контролю. Наибольшая прибавка (3,9 ц/га) наблюдалась при заделке соломы дискованием в один след, а зеленой массы редьки масличной – в два следа без внесения минеральных удобрений.

На фоне чизелевания достоверное увеличение сбора зерна (2,2 ц/га) по отношению к контролю получено на варианте без внесения минеральных удобрений, когда солома заделывалась плугом, а редька масличная оставалась без заделки.

На всех способах заделки органического вещества за счет минеральных удобрений наблюдались довольно высокие достоверные прибавки зерна (4,4–9,7 ц/га).

Наибольшая урожайность зерна ячменя (45,2 ц/га) за годы проведения исследований (2010–2012 гг.) получена на фоне чизелевания при заделке соломы дискованием, а редьки масличной – плугом, где условно чистый доход составил 406,0 USD/га.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Получены трехгодичные данные по последней культуре звена севооборота озимой ржи (табл. 5).

Анализ результатов исследований показал, что в 2011 г. не установлено явного преимущества как способов заделки органического вещества, так и весенней обработки почвы, за исключением, когда солома заделывалась дисками, а редька масличная оставалась без заделки и без внесения минеральных удобрений. На фоне вспашки прибавка к контрольному варианту составила 4,9 ц/га, а по отношению к чизельной обработке почвы – 5,9 ц/га. Несмотря на засушливые условия погоды, влажность почвы в слое 0–10 см в июне была в пределах 4,3–7,1%, что для озимой ржи не составило большого дефицита влаги и это не отразилось негативно на формировании урожая зерна.

При внесении $N_{90}P_{60}K_{120}$ урожайность по опыту была в пределах 42,1–45,8 ц/га. Анализ полученных данных в 2012 г. показал, что на всех изучаемых способах заделки органического вещества отмечалось преимущество чизельной обработки в последствии, особенно при заделке соломы дискованием, а редьки масличной – плугом без внесения удобрений, где прибавка составила 8,8 ц/га. Как на вспашке, так и на чизелевании не выявлена положительная роль заделки сидерата дисками или когда оставляли редьку масличную как кулисную культуру. К тому же на фоне чизелевания на этих вариантах без внесения минеральных удобрений получено достоверное снижение сбора зерна по отношению к контролю. Внесение минеральных удобрений на всех фонах обеспечило существенное увеличение прибавки зерна за исключением контрольного варианта.

В 2013 г. перезимовка и весеннее возобновление вегетации были благоприятными для роста и развития растений озимой ржи. Однако в дальнейшем наблюдались засушливые условия, особенно в июне, где при норме 84 мм осадков выпало 40,4 мм. Такие же условия погоды были и в первой декаде июля. Дефицит осадков составил 27,0 мм. Выпавшие дожди во второй и третьей декадах несколько улучшили состояние посевов, но существенного влияния на накопление урожая не наблюдалось.

Наибольшее влияние на формирование зерна оказали минеральные удобрения, за счет которых увеличение урожайности составило по опыту 7,5–15,4 ц/га.

Не получено достоверного влияния изучаемых способов заделки органического вещества при исследовании последствий весенней вспашки. В то же время на фоне весеннего чизелевания без внесения удобрения наблюдалась достоверная прибавка (6,1 ц/га) при заделке соломы дисками, а зеленой массы редьки масличной – дискованием в два следа по отношению к контролю. Существенное превышение сбора зерна на этом фоне было также при заделке соломы плугом, а редька масличная оставалась как кулисная культура (4,2 ц/га). В целом не выявлено преимуществ вспашки по отношению к чизелеванию, изучаемых в последствии.

В среднем за три года не получено достоверного положительного влияния вспашки на повышение урожайности зерна озимой ржи. Преимущество чизелевания установлено при заделке соломы дискованием, а редьки масличной – дисками в два следа при внесении $N_{90}P_{60}K_{120}$, где прибавка составила 2,9 ц/га

по отношению к вспашке и при заделке соломы плугом, когда редька масличная оставалась как кулисная культура без внесения удобрений (прибавка 2,6 ц/га).

Внесение минеральных удобрений на всех изучаемых вариантах обеспечило довольно высокие прибавки урожая зерна.

В среднем за три года более высокий сбор зерна озимой ржи (44,8 ц/га) отмечался при заделке соломы дискованием, а зеленой массы редьки масличной – дисками в два следа на фоне чизелевания, изучаемых в последствии при внесении $N_{90}P_{60}K_{120}$, где условно чистый доход составил 377,1 USD/га.

Анализ продуктивности звена севооборота картофель – ячмень – озимая рожь показал (табл. 6), что средний сбор кормовых единиц по весновспашке и чизелеванию весной изменялся незначительно (71,1 и 72,4 ц к.ед./га). Однако наибольшее превышение за счет чизелевания указанных величин (3,9 ц к.ед./га) получено при заделке соломы плугом, когда редька масличная оставалась как кулисная культура без внесения минеральных удобрений. Более эффективным было чизелевание и при заделке соломы дискованием, а зеленой массы редьки масличной – плугом как без удобрения (3,2 ц к.ед./га), так и при внесении $N_{90}P_{60}K_{120}$ (3,8 ц к.ед./га).

Установлено, что более продуктивным был картофель, менее – зерновые культуры. Наибольшая продуктивность за звено севооборота (80,3 ц к.ед./га) получена на фоне вспашки при заделке соломы плугом, когда редька масличная оставалась без заделки с внесением $N_{90}P_{60}K_{120}$, что отмечалось и на фоне чизелевания, где сбор кормовых единиц получен 79,6 ц/га.

В настоящее время при оценке плодородия почв особое значение придается лабильному органическому веществу (ЛОВ). ЛОВ содержит относительно большое количество углерода и азота, других элементов питания и служит постоянным источником питательных веществ для растений, является довольно эффективным структурообразователем, оказывающим положительное влияние на структуру почвы.

Содержание ЛОВ за период чередования культур звена севооборота картофель – ячмень – озимая рожь не изменялось. Как до закладки полевых опытов, так и после оно было на уровне 0,30%. Это указывает на положительное влияние вносимых органических удобрений на содержание подвижных форм органического вещества в почве.

В основном наблюдалось уменьшение содержания ЛОВ в слое почвы 10–20 см по сравнению с 0–10 см. Это связано с использованием лабильного органического вещества на питание растений, корневая система которых находится в слое почвы 10–20 см.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Таблица 5

Влияние способов заделки органического вещества, весенней обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность озимой ржи Алькора, 2011–2013 гг.

Ва-риант	Минеральные удобрения	Урожайность, ц/га										Условно-чистый доход, USD/га	
		2011 г.		2012 г.		2013 г.		среднее		всего	±, к контролю		±, к вспашке
		всего	±, к контролю	всего	±, к контролю	всего	±, к контролю	±, к контролю	±, к контролю				
Вспашка весной (18–20 см)													
1*	Без удобрений	26,7	–	35,8	–	29,1	–	30,5	–	–	–	–	243,7
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	45,8	–	41,6	–	42,1	–	43,2	–	–	–	–	350,6
2	Без удобрений	27,0	0,3	35,3	–0,5	31,1	2,0	31,1	0,6	–	–	–	253,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	45,7	–0,1	42,8	–1,4	39,8	–2,3	41,9	–1,3	–	–	–	330,2
3	Без удобрений	31,6	4,9	35,3	–0,5	26,2	–2,9	31,1	0,6	–	–	–	253,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	44,2	–1,6	40,1	–1,5	40,2	–1,9	41,5	–1,7	–	–	–	324,0
4	Без удобрений	26,7	–	31,7	–4,1	30,0	0,9	29,5	–1,0	–	–	–	228,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	45,8	–	43,6	2,0	42,7	0,6	44,1	0,9	–	–	–	364,6
Чизелевание весной (18–20 см)													
1	Без удобрений	26,8	–	44,6	–	26,6	–	32,7	–	–	–	–	278,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	42,1	–	45,1	–	42,0	–	43,1	–	–	–	–	349,0

Окончание табл. 5

Ва-риант	Минеральные удобрения	Урожайность, ц/га												Условно-чистый доход, USD/га
		2011 г.			2012 г.			2013 г.			среднее			
		всего	±, к контролю	всего	±, к контролю	всего	±, к контролю	всего	±, к контролю	всего	±, к контролю	вспашке		
2	Без удобрений	25,2	-1,6	39,8	-4,8	32,7	6,1	32,6	-0,1	-1,5	276,5			
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	45,8	3,7	48,3	3,2	40,2	-1,8	44,8	1,7	-2,9	377,1			
3	Без удобрений	25,7	-1,1	36,6	-8,0	27,9	1,3	30,1	-2,6	1,0	237,4			
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	45,0	2,9	42,0	-3,1	41,9	-0,1	43,0	-0,1	-1,5	347,4			
4	Без удобрений	26,9	0,1	38,6	-6,0	30,8	4,2	32,1	-0,6	-2,6	268,7			
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	44,9	2,8	44,9	-0,2	42,4	0,4	44,1	1,0	-	364,6			
НСР ₀₅		3,6			3,6			3,8			2,5			

Примечание. 1 – дискование соломы + запашка сидерата (контроль); 2 – дискование соломы + дискование сидерата в два следа; 3 – дискование соломы + сидерат без заделки; 4 – запашка соломы + сидерат без заделки.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Таблица 6
Влияние способов заделки органического вещества, весенней обработки почвы, минеральных удобрений на сбор кормовых единиц с севооборотной площади, 2009–2013 гг.

Вариант	Минеральные удобрения	Вспашка весной (18–20 см)				Чизелевание весной (18–20 см)				Прибавка за счет запашки сидерата
		Культуры, ц/га				Культуры, ц/га				
		карто-фель	ячмень	озимая рожь	сред-нее	карто-фель	ячмень	озимая рожь	сред-нее	
1.*	Без удобрений	91,8	53,6	44,2	63,2	98,4	53,3	47,4	66,4	-3,2
	$N_{90}P_{60}K_{120}$	100,8	64,1	62,6	75,8	108,6	67,8	62,5	79,6	-3,8
2.	Без удобрений	92,4	59,4	45,1	65,6	92,7	53,6	47,3	64,5	1,1
	$N_{90}P_{60}K_{120}$	108,0	66,0	60,8	78,3	108,0	63,9	65,0	79,0	-0,7
3.	Без удобрений	93,0	56,1	45,1	64,7	98,4	51,2	43,6	64,4	0,3
	$N_{90}P_{60}K_{120}$	107,7	64,7	60,2	77,5	110,4	63,6	62,4	78,8	-1,3
4.	Без удобрений	90,9	56,3	42,8	63,3	98,4	56,6	46,5	67,2	-3,9
	$N_{90}P_{60}K_{120}$	110,7	66,2	63,9	80,3	108,0	66,8	63,9	79,6	0,7
Среднее по фону					71,1				72,4	-1,3
	НСР ₀₅	5,6	4,3	3,7	3,6	5,6	4,3	3,7	3,6	

Примечание. 1 – дискование соломы + запашка сидерата (контроль); 2 – дискование соломы + дискование сидерата в два следа; 3 – дискование соломы + сидерат без заделки; 4 – запашка соломы + сидерат без заделки.

ВЫВОДЫ

1. На дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве на фоне осенней заделки редьки масличной дискованием в два следа, а также когда ее оставляли без заделки до весны, при внесении под картофель $N_{90}P_{60}K_{120}$ отмечено преимущество весенней вспашки, где условно чистый доход составил 1510–1566 USD/га. Величина прибавки колебалась в пределах 23–33 ц/га клубней. Без минеральных удобрений ни один из изучаемых способов заделки органических удобрений не имел явного преимущества на этом фоне.

Установлено достоверное преимущество чизелевания на фоне внесения под картофель $N_{90}P_{60}K_{120}$ при заделке соломы дискованием, а редьки масличной – плугом, а также при заделке соломы плугом, когда редька масличная оставалась без заделки на фоне без внесения удобрений. К тому же в этих случаях наблюдается повышение активности целлюлозоразрушающих бактерий.

Не выявлено закономерного влияния способов заделки органических удобрений на изменение товарности, содержание крахмала и нитратного азота в клубнях картофеля. Установлена четкая тенденция повышения товарности и уменьшения содержания крахмала при внесении минеральных удобрений, где и наблюдалось в основном повышение нитратного азота выше ПДК.

Выявлено, что наиболее экономически выгодно под картофель заделывать солому дисками, а редьку масличную оставлять как кулисную культуру, при внесении $N_{90}P_{60}K_{120}$ на фоне весеннего чизелевания, где условно чистый доход составил 1608 USD/га.

2. Наибольшая урожайность зерна ячменя (45,2 ц/га) получена при внесении $N_{90}P_{60}K_{120}$ на фоне последействия соломы, заделанной дисками, зеленой массы редьки масличной – плугом и весеннего чизелевания. Условно чистый доход составил 406,0 USD/га.

3. Максимальный в опыте сбор зерна озимой ржи (44,8 ц/га) отмечался при внесении $N_{90}P_{60}K_{120}$ на фоне последействия соломы, заделанной дисками, зеленой массы редьки масличной заделанной дисками в два следа и весеннего чизелевания, при этом условно чистый доход составил 377,1 USD/га.

4. Наибольшая продуктивность звена севооборота картофель – ячмень – озимая рожь (80,3 ц к.ед./га) получена при внесении $N_{90}P_{60}K_{120}$ под каждую культуру на фоне заделки соломы плугом и вспашки весной, а редька масличная оставалась как кулисная культура. Аналогичная урожайность получена и в вариантах с внесением минеральных удобрений на фоне весеннего чизелевания: сбор кормовых единиц составил 79,6 ц/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ульяновчик, В.И. Роль промежуточных культур в повышении продуктивности звена севооборота / В.И. Ульяновчик, М.Д. Панасюк, С.Н. Кобринец // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 1(34). – С. 323–326.

2. Ульяновчик, В.И. Влияние промежуточных культур, соломы, минеральных удобрений на урожайность и продуктивность звена севооборота на дерново-подзолистой рыхло-супесчаной почве / В.И. Ульяновчик, С.Н. Кобринец, Г.Н. Пироговская // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 1(38). – С. 172–181.

2. Плодородие почв и применение удобрений

3. Влияние различного использования зеленой массы редьки масличной, соломы, минеральных удобрений на продуктивность звена севооборота на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве // В.В. Лапа [и др.]. – Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 1(46). – С. 104–115.
4. Картофель / Д. Шпаар [и др.]. – Минск: ФУАинформ, 1999. – 270 с.
5. Венчиков, А.И. Системы земледелия для легких почв Среднего Предуралья / В.И. Венчиков // Земледелие. – 2006. – № 2. – С. 9–10.
6. Компоненты поверхностного компостирования растительных остатков на поле / Р.Ф. Еремина [и др.] // Земледелие. – 2006. – № 6. – С. 11–13.
7. Материалы второй Международной конференции по самовосстанавливающемуся земледелию на основе системного подхода No-Till. – Днепропетровск: Агро-союз, 2005. – 232 с.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – 3-е изд. – М.: Колос, 1973. – 333 с.
9. Методика определения агрохимической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2010. – 24 с.

INFLUENCE OF WAYS OF PLACEMENT OF ORGANIC MATTER ON PRODUCTIVITY OF CROP ROTATION ON SOD-PODZOLIC SANDY SOIL

V.V. Lapa, V.I. Ul'yanchik, T.M. Seraya, T.V. Gancharevich, S.N. Kobrinets

Summary

Influence of ways of placement of straw and green mass of oil radish, spring soil treatment on productivity of crop rotation potato – barley – rye and quality indexes of agricultural production on sod-podzolic light sandy loam soil was related.

Поступила 03.02.14