

4. Пилюк, Я.Э. Рапс в Беларуси: биология, селекция и технология возделывания / Я.Э. Пилюк – Минск: Бизнесофсет, 2007. – 240 с.
5. Рак, М.В. Эффективность некорневых подкормок микроэлементами озимого тритикале в различные по увлажнению годы / М.В. Рак, М.Ф. Дембицкий // Вісник аграрної науки південного регіону: Міжвідомчий тематичний навук: збірник. Сільськогосподарські та біологічні науки. Одеса, 2001. - Вып. 2. - С. 213-217.
6. Саранин, К.И. Ранний подъем зяби / Саранин К.И., Ермаков Е.С. // Земледелие. -1980. - № 8. – С. 30-31.
7. Спиридонов, Ю.Я. К вопросу о последствии сульфонилмочевинных гербицидов в почвах РФ и пути снижения их отрицательного действия на культурные растения / Ю.Я. Спиридонов // Вестник защиты растений. – 2009. - №3. – С. 10-19.
8. Тарчевский, И.А. Катаболизм и стресс у растений / И.А. Тарчевский. – М.: Наука, 1993. – 80 с.
9. Тютюрев, С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений / С.Л. Тютюрев. – СПб., 2002. – 328 с.
10. Шашко, К.Г. О причинах гибели озимых зерновых культур и рапса в 2011 году / К.Г. Шашко, Я.Э. Пилюк, Ю.К. Шашко // Наше сельское хозяйство. – 2011. – №7. – С. 32-37.
11. Шейгеревич, Г.И. Особенности технологии возделывания ярового рапса / Шейгеревич Г.И. // Рапсовое поле Беларуси. – Мн., 2006. – С. 26-42.
12. Влияние азотных удобрений на урожай и качество ярового рапса / Ф.Н. Леонов, С.И. Юргель, Г.А. Зезюлина // Земляробства і ахова раслін : Наукова-вытворчы часопіс. - 2004. - №6. - С. 22-23.

УДК 631.86:631.524.84:631.445.24

## **АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЖОМА И ДЕФЕКТА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ**

**В.Н. Босак<sup>1</sup>, О.Н. Марцуль<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> – Гродненский зональный институт растениеводства,  
г. Щучин, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 29.06.2013 г.)

**Аннотация.** В исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве внесение органических удобрений на основе жома и дефеката на фоне  $N_{210}P_{160}K_{330}$  обеспечило прибавку продуктивности в звене севооборота кукуруза – яровое тритикале – люпин узколистный 5,7-8,4 ц/га к.ед. при общей продуктивности 109,1-111,8 ц/га к.ед., чистом доходе совместного применения органических и минеральных удобрений 36,8-45,6 USD/га, рентабельности 38-57%.

При использовании в качестве дополнительного источника органического вещества смеси жома и дефеката рекомендуемое по кислотности соотношение дефекат : жом = 1 :  $\geq 3$  при дозе дефеката не более 10 т/га.

**Summary.** *In the researches on the sod-podzolic light loamy soil the use of organic fertilizers on the basis of bagasse and defecate on a background of NPK in a crop rotation link: maize – spring triticale – blue lupine has provided an increase of productivity by 0,57–0,84 c/ha<sup>1</sup> f.u., with general efficiency of 10,91–11,18 c/ha<sup>1</sup> f.u., the pure income of application of full organic-mineral fertilizers – 36,8–45,6 USDha<sup>1</sup>, profitability – 38–57%.*

*While using a mix of bagasse and defecate as an additional source of an organic substance, the recommended ratio is a defecate: a bagasse = 1: ≥3, at a dose of a defecate no more than 10 t/ha<sup>1</sup>.*

**Введение.** Современное земледелие решает проблему повышения продуктивности агробиоценозов путем оптимизации применения традиционных и нетрадиционных видов органических и минеральных удобрений в комплексе с другими агротехническими приемами [1-7].

В условиях интенсивного земледелия органическим удобрениям отводится ведущая роль в воспроизводстве почвенного плодородия, увеличении урожайности и улучшении качества сельскохозяйственных культур. При систематическом, научно обоснованном применении органических удобрений происходит улучшение агрохимических показателей почвы, она обогащается гумусом, улучшаются ее биологические, физические, химические, физико-химические свойства, водный, воздушный и тепловой режимы [7-12].

Для обеспечения бездефицитного баланса элементов питания и гумуса в почве и увеличения продуктивности севооборотов, наряду с традиционными видами органических удобрений (подстилочный и бесподстилочный навоз, торфонавозные и сборные компосты, солома, зеленое удобрение и т.д.), целесообразным является вовлечение в биологический круговорот в агробиоценозах дополнительных источников органического вещества, в т.ч. отходов свеклосахарного производства [13].

Жом – основной кормовой отход свеклосахарного производства (54-70% от веса перерабатываемой свеклы). Он представляет собой обессахаренную свекловичную стружку, в которой содержится около 2/3 всего протеина свеклы и водонерастворимые углеводы. Жом содержит незначительное количество сахара, очень мало минеральных веществ (кальция и фосфора). Основное использование: скормливание животным в сыром или консервированном виде. Консервирование осуществляется следующими методами: силосование, высушивание и хранение в полимерных рукавах [14-16].

Ежегодно белорусскими сахарными заводами (ОАО «Скидельский сахарный комбинат», ОАО «Городейский сахарный комбинат», ОАО «Жабинковский сахарный завод», ОАО «Слущкий сахарорафинадный комбинат») в среднем производится около 2,4 млн. т сы-

рого свекловичного жома. Около 1 млн. т направляется на производство сухого гранулированного жома.

Планируется увеличение производства сахара в Беларуси путем повышения урожайности и сахаристости свеклы, расширения площадей ее возделывания [17]. Это повлечет за собой увеличение выхода жома. Из-за ограниченности производственных мощностей жомосушильных цехов высушиванию подвергается лишь третья часть вырабатываемого прессованного свекловичного жома, остальная часть возвращается в хозяйства на корм скоту. Однако вследствие быстрого его закисания (при хранении более 3 суток  $pH_{КС1}$  становится менее 5) он полностью не используется на эти цели и накапливается в хозяйствах (около 40% от поступаемого), тем самым создавая одну из серьезных проблем загрязнения окружающей среды, которая нуждается в решении.

Дефекат – отход свеклосахарного производства, составляющий 5-8% к весу перерабатываемой свеклы. Основным его компонентом является углекислый кальций, количество которого составляет 60-85% на сухое вещество. В сухом виде дефекат содержит также до 15% органического вещества, 0,7-0,8% азота, 0,2-0,9% фосфора, 0,5-1,0% калия. При влажности 20-30% дефекат становится рыхлой, легко рассыпчатой массой, технологически пригодной для внесения в почву без дополнительной доработки. В настоящее время в Республике Беларусь он, главным образом, применяется в качестве известкового мелиоранта. Однако из-за плохих физических свойств (высокая влажность, глыбистость при высыхании) целесообразным считается также компостирование дефеката с различными отходами производства (навоз, птичий помет, лигнин и др.) [14, 18, 19].

Ежегодно на сахарных заводах Республики Беларусь накапливается до 200 тыс. т дефеката; в перспективе возможно накопление до 270 тыс. т.

**Цель исследований** – изучить влияние применения жома и дефеката, в т.ч. дефеката в составе компостов, на продуктивность звена севооборота и динамику агрохимических показателей дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы.

**Методика проведения исследований.** Исследования по изучению продуктивности звена севооборота и динамики агрохимических показателей в зависимости от применения жома и дефеката проводили в полевом опыте РУП «Институт почвоведения и агрохимии» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в СПК «Щемяслица» Минского района на протяжении 2008-2011 гг.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя исследуемой почвы имела следующие показатели:  $pH_{КС1}$  – 6,2-6,4, содержание  $P_2O_5$

(0,2 М НСl) – 310-330 мг/кг, К<sub>2</sub>O (0,2 М НСl) – 270-290 мг/кг почвы, гумуса (0,4 М К<sub>2</sub>Сг<sub>2</sub>О<sub>7</sub>) – 1,7-1,9% (индекс агрохимической окультуренности 0,89).

Исследуемые культуры – кукуруза гибрид Дельфин, яровое тритикале сорт Узор, люпин узколистный сорт Хвалько.

Схема опыта предусматривала изучение влияния жом и дефеката, в т.ч. дефеката в составе сборных компостов, на продуктивность сельскохозяйственных культур и динамику агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы на фоне полного минерального удобрения и сравнение их с традиционным органическим удобрением подстилочным навозом.

Изучаемые органические удобрения и отходы производства (подстилочный навоз КРС, дефекат, свекловичный жом, компосты на основе лигнина, дефеката и бесподстилочного навоза) в звене севооборота кукуруза – яровое тритикале – люпин узколистный вносили под кукурузу, минеральные удобрения – непосредственно под каждую высеваемую культуру (кукуруза – N<sub>90+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>, яровое тритикале – N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>, люпин узколистный – P<sub>40</sub>K<sub>90</sub>).

Для определения кислотности и основных качественных характеристик смеси жом и дефеката при их различных соотношениях (1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:10) в 2010 г. в лаборатории органического вещества почвы РУП «Институт почвоведения и агрохимии» был проведен также лабораторный опыт.

В полевых исследованиях использовали свежий свекловичный жом и дефекат с Городейского сахарного комбината, в лабораторном опыте – со Скидельского сахарного комбината, лигнин – с Бобруйского гидролизного завода.

Используемые органические удобрения и отходы промышленного производства характеризовались следующими показателями (% на естественную влажность):

– подстилочный навоз КРС (N<sub>общ</sub> – 0,40%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,43%; К<sub>2</sub>O – 0,41%; СаО – 0,21%; MgO – 0,15%; органическое вещество – 18,65%; влажность – 77,5%; pH – 7,21);

– бесподстилочный навоз КРС (N<sub>общ</sub> – 0,32%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,20%; К<sub>2</sub>O – 0,65%; СаО – 0,25%; MgO – 0,10%; органическое вещество – 12,41%; влажность – 84,0%; pH – 6,35);

– дефекат (N<sub>общ</sub> – 0,40%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1,27%; К<sub>2</sub>O – 0,05%; СаО – 25,25%; MgO – 0,77%; органическое вещество – 21,74%; влажность – 31,17%; pH – 8,91);

– гидролизный лигнин ( $N_{\text{общ}} - 0,10\%$ ;  $P_2O_5 - 0,03\%$ ;  $K_2O - 0,003\%$ ;  $CaO - 0,47\%$ ;  $MgO - 0,01\%$ ; органическое вещество – 29,43%; влажность – 65,20%;  $pH - 5,37$ );

– свекловичный жом ( $N_{\text{общ}} - 0,38\%$ ;  $P_2O_5 - 0,04\%$ ;  $K_2O - 0,18\%$ ;  $CaO - 0,05\%$ ;  $MgO - 0,07\%$ ; органическое вещество – 14,28%; влажность – 84,99%;  $pH - 3,55$ ).

Приготовленные компосты имели следующие показатели:

– компост на основе лигнина и дефеката – соотношение лигнин : дефекат = 1 : 1,4 ( $N_{\text{общ}} - 0,17\%$ ;  $P_2O_5 - 0,42\%$ ;  $K_2O - 0,02\%$ ;  $CaO - 6,23\%$ ;  $MgO - 0,25\%$ ; органическое вещество – 15,26%; влажность – 61,3%;  $pH - 8,42$ );

– компост на основе лигнина, дефеката и бесподстилочного навоза – соотношение лигнин : дефекат : бесподстилочный навоз = 1 : 1,5 : 0,5 ( $N_{\text{общ}} - 0,23\%$ ;  $P_2O_5 - 0,44\%$ ;  $K_2O - 0,08\%$ ;  $CaO - 6,05\%$ ;  $MgO - 0,24\%$ ; органическое вещество – 20,72%; влажность – 63,1%;  $pH - 8,43$ );

Органические удобрения вносили весной под вспашку, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий – весной под предпосевную культивацию, карбамид – весной под предпосевную культивацию и в подкормку (кукуруза – фаза 6–8 листьев культуры, яровое тритикале – фаза первого узла).

Агротехника возделывания исследуемых сельскохозяйственных культур – общепринятая для Республики Беларусь. Схема опыта была реализована на фоне интегрированной системы защиты растений. Агрохимические показатели пахотного горизонта ( $pH_{\text{KCl}}$ , содержание  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , гумус) определяли по общепринятым методикам, экономическую эффективность – по методике Института почвоведения и агрохимии в ценах на 02.01.2012 г. [20–23].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение различных видов удобрений оказало определенное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур в звене севооборота и динамику основных агрохимических показателей пахотного горизонта (табл. 1-2).

Применение компостов (60 т/га) с использованием в качестве одного из компонентов дефеката увеличило урожайность зеленой массы кукурузы на 81-90 ц/га, зерна ярового тритикале – на 4,6-5,1 ц/га, общую продуктивность звена севооборота – на 7,6-8,4 ц/га к.ед. с несколько большими показателями продуктивности в варианте с применением компоста на основе лигнина, дефеката и навоза.

Отдельное применение жома (40 т/га) и дефеката (40 т/га) на фоне полного минерального удобрения лишь в исследованиях с первой культурой севооборота кукурузой обеспечило существенную (25-

31 ц/га) прибавку урожая зеленой массы при общей урожайности в данных вариантах 650-656 ц/га. При возделывании ярового тритикале, а также в целом за звено севооборота в вариантах с отдельным внесением жома и дефеката отмечена только тенденция увеличения продуктивности.

Таблица 1– Влияние удобрений на продуктивность звена севооборота на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Урожайность товарной продукции, ц/га			Ø сбор к.ед., ц/га	Прибавка, ц/га к.ед.	
	кукуруза, зеленая масса	яровое тритикале, зерно	люпин, зеленая масса		органические удобрения	ОУ* + NPK
Без удобрений	428	40,6	569	77,2	–	–
N <sub>210</sub> P <sub>160</sub> K <sub>330</sub>	625	65,1	608	103,4	–	26,2
Навоз, 20 т/га + NPK	685	68,5	603	108,6	5,2	31,4
Навоз, 60 т/га + NPK	781	75,0	622	119,0	15,6	41,8
Компост (лигнин + дефекат), 60 т/га + NPK	706	69,7	611	111,0	7,6	33,8
Компост (лигнин + дефекат + навоз), 60 т/га + NPK	715	70,2	609	111,8	8,4	34,6
Жом, 20 т/га + дефекат, 20 т/га + NPK	684	68,9	609	109,1	5,7	31,9
Дефекат, 40 т/га + NPK	656	67,6	589	105,6	2,2	28,4
Жом, 40 т/га + NPK	650	67,4	598	105,5	2,1	28,3
НСР <sub>05</sub>	24	2,7	28	3,5		

\*ОУ – органические удобрения (в звене севооборота вносили под кукурузу)

В варианте с совместным применением жома и дефеката (20 + 20 т/га) на фоне NPK прибавка урожая зеленой массы кукурузы в исследованиях составила 59 ц/га, зерна ярового тритикале – 3,8 ц/га, в целом за звено севооборота – 5,7 ц/га к.ед.

Максимальную продуктивность в исследованиях обеспечило внесение 60 т/га подстильного навоза на фоне полного минерального удобрения; кукуруза – прибавка урожая зеленой массы 156 ц/га при общей урожайности 781 ц/га; яровое тритикале – прибавка урожая зерна 9,9 ц/га при общей урожайности 75,0 ц/га; люпин узколистный – прибавка урожая зеленой массы 14 ц/га при общей урожайности 622 ц/га; звено севооборота – прибавка продуктивности 15,6 ц/га при общей продуктивности 119,0 ц/га.

При возделывании люпина узколистного на зеленую массу исследуемые органические удобрения не оказали существенного влияния на его урожайность (общая урожайность зеленой массы составила 569-622 ц/га).

Внесение минеральных удобрений увеличило урожайность зеленой массы кукурузы на 197 ц/га, зерна ярового тритикале – на 24,5 ц/га, зеленой массы люпина узколистного – на 39,0 ц/га, общую продуктивность звена севооборота – на 26,2 ц/га к.ед.

Кислотность почвы в исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в звене севооборота кукуруза – яровое тритикале – люпин узколистный в вариантах с применением подстилочного навоза (20 и 60 т/га), а также в контрольном варианте без применения удобрений и в варианте с отдельным применением полного минерального удобрения  $N_{210}P_{160}K_{330}$  за три года исследований практически не изменилась (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние удобрений на динамику агрохимических показателей пахотного слоя дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в звене севооборота

Вариант	рН <sub>KCl</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы		K <sub>2</sub> O, мг/кг почвы		Гумус, %	
	2007 г.	2010 г.	2007 г.	2010 г.	2007 г.	2010 г.	2007 г.	2010 г.
Без удобрений	6,33	6,35	340	336	283	221	1,57	1,50
$N_{210}P_{160}K_{330}$	6,32	6,30	357	355	282	225	1,59	1,51
Навоз, 20 т/га + NPK	6,28	6,29	345	347	291	232	1,63	1,58
Навоз, 60 т/га + NPK	6,50	6,47	358	374	277	284	1,92	1,98
Компост (лигнин + дефекат), 60 т/га + NPK	6,78	7,45	332	343	271	275	2,01	1,98
Компост (лигнин + дефекат + навоз), 60 т/га + NPK	6,89	7,37	341	351	287	292	2,09	2,05
Жом, 20 т/га + дефе- кат, 20 т/га + NPK	6,37	6,84	326	334	261	254	1,64	1,65
Дефекат, 40 т/га + NPK	6,82	7,45	332	341	282	270	1,87	1,80
Жом, 40 т/га + NPK	6,81	6,83	361	365	291	275	1,73	1,75
НСР <sub>05</sub>	0,3	0,3	16	17	14	12	0,08	0,07

Применение в звене севооборота сборных компостов на основе лигнина и дефеката (60 т/га), смеси жома и дефеката (40 т/га), а также дефеката (40 т/га) привело к значительному изменению почвенной кислотности в сторону ее подщелачивания – показатель рН возрос на 0,47–0,67 ед., что связано, прежде всего, с нейтрализующим действием дефеката.

Поскольку за счет совместного применения жома и дефеката возможно повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, но не установлено их оптимальное соотношение, были проведены дополнительные лабораторные исследования (табл. 3). На основании полученных данных установлено, что наиболее благоприятные показатели

$pH_{KCl}$  в смеси жома и дефекаата, соответствующие  $pH_{KCl}$  классического органического удобрения подстилочного навоза, получены при соотношении дефекаат : жом = 1 :  $\geq 3$ , при этом доза дефекаата в смеси должна быть не более 10 т/га [18].

В вариантах с внесением органических и минеральных удобрений значительных изменений по содержанию подвижного фосфора в пахотном слое почвы не произошло, отмечена только тенденция его увеличения с наибольшими показателями при внесении 60 т/га подстилочного навоза.

Таблица 3 – Качественные показатели жома и дефекаата при различном соотношении компонентов

соотношение		$pH_{KCl}$	% в сухом веществе				
жом	дефекаат		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
1	1	8,47	0,84	1,12	0,36	18,47	0,85
2	1	8,25	0,91	1,10	0,55	11,76	0,82
3	1	7,98	1,26	1,05	0,76	6,09	0,80
4	1	7,74	1,40	0,90	0,91	4,91	0,79
5	1	7,57	1,54	0,88	0,98	3,22	0,77
10	1	7,21	1,96	0,85	1,41	1,84	0,67

Существенное снижение содержания подвижного калия в пахотном слое в звене севооборота отмечено в контрольном варианте без применения удобрений, в варианте с отдельным внесением минеральных удобрений, а также в варианте с полным органоминеральным удобрением при внесении невысокой дозы подстилочного навоза (20 т/га).

В варианте с применением 40 т/га дефекаата снижение подвижного калия в пахотном слое за три года исследований составило 13 мг/кг, 40 т/га жома – 16 мг/кг почвы. При совместном их внесении в качестве органических удобрений наблюдалась лишь некоторая тенденция снижения содержания подвижного калия. Применение 60 т/га подстилочного навоза на фоне NPK определило положительную тенденцию увеличения содержания подвижного калия в звене севооборота.

Некоторое снижение содержания гумуса в звене севооборота отмечено в контрольном варианте без применения удобрений, в варианте с отдельным применением минеральных удобрений, а также в вариантах с внесением 20 т/га подстилочного навоза, 40 т/га дефекаата, а также 60 т/га сборных компостов на основе лигнина и дефекаата. Наибольшая тенденция увеличения содержания гумуса в пахотном горизонте исследуемой почвы наблюдалась в варианте с внесением 60 т/га подстилочного навоза.

При расчете экономической эффективности применения органических удобрений в звене севооборота кукуруза – яровое тритикале – люпин узколистный на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве



лучшие показатели чистого дохода (23 USD/га) и рентабельности (60%) обеспечило внесение 60 т/га подстилочного навоза.

Минимальную экономическую эффективность обеспечило совместное внесение в звене севооборота свекловичного жома и дефеката: чистый доход – 1,8 USD/га, рентабельность – 9%.

Применение в звене севооборота 40 т/га жома, 40 т/га дефеката, а также 60 т/га сборных компостов на основе лигнина и дефеката без учета внесения минеральных удобрений оказалось экономически нецелесообразным.

В практике агропромышленных предприятий в севообороте рекомендуется совместно использовать минеральные и органические удобрения. При научно обоснованном сочетании органических и минеральных удобрений устраняются специфические недостатки обоих видов и тем самым создаются условия наиболее рационального их использования [6-7].

В исследованиях в звене севооборота кукуруза – яровое тритикале – люпин узколистный применение полного органоминерального удобрения оказалось экономически целесообразным во всех исследуемых вариантах – чистый доход в зависимости от опытного варианта составил 32,3-66,8 USD /га, рентабельность – 38-74% (таблица 4).

Таблица 4 – Экономическая эффективность совместного применения минеральных и органических удобрений в звене севооборота на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Прибавка, ц/га к.ед.	Стоимость прибавки, USD/га	Общие затраты, USD/га	Чистый доход, USD/га	Рентабельность, %
Без удобрений	–	–	–	–	–
N <sub>210</sub> P <sub>160</sub> K <sub>330</sub>	26,2	103,0	59,2	43,8	74
Навоз, 20 т/га + NPK	31,4	123,4	74,8	48,7	65
Навоз, 60 т/га + NPK	41,8	164,3	97,5	66,8	68
Компост (лигнин + дефекат), 60 т/га + NPK	33,8	132,9	96,1	36,8	38
Компост (лигнин + дефекат + навоз), 60 т/га + NPK	34,6	136,0	95,9	40,1	42
Жом, 20 т/га + дефекат, 20 т/га + NPK	31,9	125,4	79,8	45,6	57
Дефекат, 40 т/га + NPK	28,4	111,6	74,5	37,2	50
Жом, 40 т/га + NPK	28,3	111,2	79,0	32,3	41
NCP <sub>05</sub>	3,5				

Лучшие показатели экономической эффективности совместного применения органических и минеральных удобрений получены в варианте с внесением 60 т/га подстилочного навоза КРС – чистый доход составил 66,8 USD/га с рентабельностью 68%.

Применение 20 т/га подстилочного навоза на фоне минеральных удобрений способствовало получению 48,7 USD/га чистого дохода с рентабельностью 65%.

Совместное внесение в звене севооборота жом (20 т/га) и дефеката (20 т/га) в сочетании с NPK обеспечило получение 45,6 USD/га чистого дохода с рентабельностью 57%, 60 т/га сборных компостов на основе лигнина и дефеката – 36,8-40,1. USD/га чистого дохода с рентабельностью 38-42%, отдельное внесение по 40 т/га жом или дефеката – 32,3-37,2 USD/га с рентабельностью 41-50%.

Применение в звене севооборота на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве полного минерального удобрения  $N_{210}P_{160}K_{330}$  способствовало получению чистого дохода в размере 43,8 USD/га и рентабельности 74%.

**Заключение. 1.** В исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве внесение в звене севооборота кукуруза – яровое тритикале – люпин узколистный удобрений на основе жом и дефеката (совместно жом и дефека, компост на основе лигнина и дефеката, компост на основе лигнина, дефеката и бесподстилочного навоза) на фоне  $N_{210}P_{160}K_{330}$  обеспечило прибавку продуктивности 5,7-8,4 ц/га к.ед. при общей продуктивности 109,1-111,8 ц/га к.ед., чистом доходе совместного применения органических и минеральных удобрений 36,8-45,6 USD/га, рентабельности 38-57%.

2. Лучшие показатели агроэкономической эффективности в звене севооборота обеспечило применение 60 т/га подстилочного навоза KPC в сочетании с  $N_{210}P_{160}K_{330}$  – общая продуктивность составила 119,0 ц/га к.ед., прибавка от внесения органических удобрений – 15,6 ц/га к.ед., прибавка от применения минеральных и органических удобрений – 41,8 ц/га к.ед., чистый доход – 66,8 USD/га, рентабельность – 68%.

3. При использовании в качестве дополнительного источника органического вещества смеси жом и дефеката рекомендуемое по кислотности соотношение дефека : жом = 1 :  $\geq 3$  при дозе дефеката не более 10 т/га.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богдевич, И.М. Концепция повышения плодородия почв Республики Беларусь / И.М. Богдевич, Н.И. Смян, В.В. Лапа // Ахова раслін. – 2002. – № 1. – С. 8-11.
2. Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.
3. Лапа, В.В. Система управления плодородием в Республике Беларусь / В.В. Лапа // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 2. – С. 7-14.
4. Никончик, П.И. Агроэкономические основы систем использования земли / П.И. Никончик. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 532 с.
5. Система применения органических, минеральных макро- и микроудобрений в севооборотах / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2012. – 55 с.

6. Система применения удобрений / В.В. Лапа [и др.]; ГГАУ. – Гродно, 2011. – 415 с.
7. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
8. Босак, В.Н. Органические удобрения / В.Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
9. Методические указания по учету и применению органических удобрений / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2007. – 16 с.
10. Применение органических удобрений в севооборотах / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2006. – 20 с.
11. Рекомендации по применению различных видов органических удобрений под сельскохозяйственные культуры / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – 40 с.
12. Beer, K. Organische und mineralische Düngung / K. Beer, H. Koriath, W. Podlesak. – Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1990. – 480 S.
13. Органическое удобрение на основе отходов сахарного производства из свеклы и способ его применения: патент на изобретение № 15778 / В.Н. Босак, О.Н. Марцель, Т.М. Серая, Е.Н. Богатырева // Афіцыйны бюлетэнь: вынаходствы, карысныя мадэлі, прамысловыя ўзоры. – 2012. – № 2. – С. 104-105.
14. Данченко, И.И. Основные стратегические направления развития сахарной промышленности Республики Беларусь / И.И. Данченко // Стратегия повышения эффективности свеклосахарного производства / НПЦ НАН Беларуси по продовольствию; под ред. Н.И. Липской. – Минск, 2008. – С. 12-52.
15. Погорелова, Ю.Н. Получение углеводно-белковой кормовой добавки на основе свекловичного жома / Ю.Н. Погорелова, Е.О. Байбак // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: материалы международной научно-технической конференции, г. Минск, 28-29 мая 2008 г. / БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2008. – С. 76-79.
16. Яковчик Н.С. Рациональное использование жома – важный источник и резерв кормовых ресурсов для животноводства / Н.С. Яковчик // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. – Гродно: ГГАУ, 2005. – Т. 2. – С. 113-117.
17. Государственная программа устойчивого развития села на 2011-2015 годы. – Минск: ГИВЦ Минсельхозпрода, 2011. – 88 с.
18. Применение дефеката для известкования кислых почв / И.М. Богдевич [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2004. – 19 с.
19. Рекомендации по использованию органических удобрений в Республике Молдова / М.А. Цуркан [и др.]. – Кишинев: Молдагро, 1992. – 109 с.
20. Агрохимия: практикум / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 368 с.
21. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – 24 с.
22. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2012. – 288 с.
23. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси / Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.