

УДК 633.324:631.524.84:631.445.2

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

В.Н. Босак¹⁻², В.В. Цвирков²

*¹Белорусский государственный экономический университет,
г. Минск, Беларусь*

²Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Озимые зерновые культуры относятся к важнейшим сельскохозяйственным культурам, обеспечивающим продовольственную безопасность Республики Беларусь. Основными озимыми зерновыми культурами в Беларуси являются озимая пшеница, озимое тритикале и озимая рожь. Согласно Государственной программе развития и возрождения села на 2005-2010 годы, в структуре посевной площади зерновых культур необходимо расширить посевы озимой и яровой пшеницы до 400 тыс. гектаров, озимого и ярового тритикале – до 420 тыс. гектаров [1]. В 2007 г. площадь посева озимой пшеницы составила 247,0 тыс. га, озимого тритикале – до 399,0, озимой ржи – до 584,7 тыс. га при урожайности зерна соответственно 34,3, 30,2 и 22,7 ц/га (общая площадь посева в 2007 г. – 5592,1 тыс. га).

Зерно озимых зерновых культур широко используется в хлебопекарной, кондитерской, макаронной, спиртовой и комбикормовой промышленности. Отходы мукомольного производства (отруби, мучная пыль), а также солома и полова идут на корм животным. Солома широко используется также в качестве органического удобрения [2-3].

Получение высоких и устойчивых урожаев озимых зерновых культур невозможно без применения научно-обоснованной системы удобрения. При этом наиболее эффективной является полная органоминеральная система удобрения, предусматривающая рациональное сочетание органических и минеральных удобрений [4-6]. Нормативная прибавка урожая зерна озимых зерновых культур от внесения 1 т навоза или компостов составляет 25 кг, 1 кг NPK – 6,1 кг (озимая рожь), 7,8 кг (озимая пшеница) и 8,0 кг зерна (озимое тритикале) [7].

Цель исследований – изучить влияние минеральных и органических удобрений на продуктивность озимых зерновых культур (озимая пшеница, озимое тритикале, озимая рожь) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению влияния доз и сроков внесения минеральных и органических удобрений на продуктивность озимых зерновых культур (озимая пшеница Кубус, озимое тритикале Вольтарио, озимая рожь Зарница) проводили в полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве опытного поля Марьиногорского аграрного колледжа в Пуховичском районе Минской области на протяжении 2007-2009 гг.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} 5,9-6,1, содержание P_2O_5 (0,2 М HCl) – 241-250 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 102-114 мг/кг почвы, гумуса (0,4 М $K_2Cr_2O_7$) – 1,8-1,9%.

Схема опыта предусматривала внесение возрастающих доз органических удобрений (20, 30, 40, 50, 60 т/га соломистого навоза КРС) непосредственно под озимые зерновые культуры под вспашку и в занятом пару под горохо-ячменную смесь. Фосфорные и калийные удобрения ($P_{60}K_{120}$, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий) применяли под предпосевную культивацию, азотные (карбамид) – N_{60} в подкормку весной в начале возобновления вегетации и N_{30} в стадии первого узла.

Агротехника возделывания озимых зерновых культур – общепринятая для Республики Беларусь. Схема опыта была реализована на фоне интегрированной системы защиты растений. Качество продукции, а также экономический анализ применения удобрений определяли согласно принятым методикам в ценах на удобрения и продукцию на 1.09.2009 г. [8-11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение минеральных и органических удобрений оказало существенное влияние на урожайность озимых зерновых культур в наших исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (табл. 1-3). Определенное влияние на урожайность озимых зерновых культур оказали погодные условия. Так, в 2008 г. урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости от опытного варианта составила 16,3-61,9 ц/га, озимой ржи – 26,1-67,4 ц/га, озимого тритикале – 27,8-72,7 ц/га, в 2009 г. – соответственно 27,5-59,9, 24,3-64,4 и 30,5-74,9 ц/га.

В среднем за два года исследований применение возрастающих доз органических удобрений в занятом пару увеличило урожайность озимой пшеницы на 5,6-16,5 ц/га при окупаемости 1 т навоза 28-30 кг зерна. При внесении органических удобрений непосредственно под озимую пшеницу прибавка урожая зерна составила 6,7-19,9 ц/га при оплате 1 т навоза 33-37 кг зерна. Существенное возрастание урожайности озимой пшеницы на обоих фонах применения органических удобрений в наших исследованиях отмечено при увеличении дозы навоза до 50 т/га. При дальнейшем увеличении дозы навоза до 60 т/га отмечена лишь тенденция возрастания урожайности на 1,4-1,5 ц/га при снижении окупаемости 1 т органических удобрений. Внесение 20-40 т/га органических удобрений в исследованиях с озимой пшеницей как в занятом пару, так и непосредственно под культуру, оказалось практически равнозначным (прибавка урожая находилась в пределах НСР). При увеличении дозы подстилочного навоза до 50-60 т/га более эффективным оказалось применение органических удобрений непосредственно под культуру, которое обеспечило дополнительный сбор зерна 3,6-3,7 ц/га.

Внесение полного минерального удобрения $N_{60+30}P_{60}K_{120}$ под озимую пшеницу (фосфорные и калийные удобрения – осенью под предпосевную культивацию, азотные удобрения – N_{60} весной в начале возобновления вегетации в сочетании с подкормкой N_{30} в стадии первого узла) увеличили урожайность зерна на 18,9 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 7,0 кг зерна.

Содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы в зависимости от исследуемого варианта оказалось 12,2-16,3% с большими показателями на фоне вне-

сения органических удобрений непосредственно под культуру. Минеральные удобрения способствовали повышению белковости на 0,6-1,6%, органические удобрения – до 1,0-2,5%.

Таблица 1

**Влияние удобрений на продуктивность озимой пшеницы
на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве**

Вариант	Зерно, ц/га			Прибавка, ц/га			Сырой белок, %
	2008 г.	2009 г.	Ø	навоз	НРК	фон 2 / фон 1	
Внесение органических удобрений в занятом пару – фон 1							
Без удобрений	16,3	27,5	21,9	–	–	–	12,8
N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	40,5	41,1	40,8	–	18,9	–	13,4
НРК + навоз, 20 т/га	46,0	46,8	46,4	5,6	–	–	13,4
НРК + навоз, 30 т/га	48,9	49,5	49,2	8,4	–	–	13,7
НРК + навоз, 40 т/га	52,1	52,7	52,4	11,6	–	–	13,9
НРК + навоз, 50 т/га	54,9	56,7	55,8	15,0	–	–	14,3
НРК + навоз, 60 т/га	56,1	58,5	57,3	16,5	–	–	14,4
Внесение органических удобрений под культуру – фон 2							
Без удобрений	16,5	27,7	22,1	–	–	0,2	12,2
N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	40,8	41,2	41,0	–	18,9	0,2	13,8
НРК + навоз, 20 т/га	47,5	47,9	47,7	6,7	–	1,3	14,1
НРК + навоз, 30 т/га	51,3	51,1	51,2	10,2	–	2,0	15,1
НРК + навоз, 40 т/га	54,9	54,5	54,7	13,7	–	2,3	15,3
НРК + навоз, 50 т/га	60,4	58,6	59,5	18,5	–	3,7	15,5
НРК + навоз, 60 т/га	61,9	59,9	60,9	19,9	–	3,6	16,3
НСР ₀₅	2,8	3,1	2,4				0,7

В исследованиях с озимой рожью минеральные удобрения обеспечили дополнительный сбор зерна 20,3-20,6 ц/га, органические – 5,0-20,0 ц/га при общей урожайности зерна в удобренных вариантах 45,5-65,9 ц/га. Окупаемость 1 кг НРК в исследованиях составила 7,5-7,6 кг, 1 т навоза – 25-38 кг зерна. Как и в исследованиях с озимой пшеницей, существенное возрастание урожайности зерна озимой ржи отмечено с увеличением дозы подстилочного навоза до 50 т/га как при внесении органических удобрений в занятом пару, так и непосредственно под озимую рожь. Увеличение дозы органических удобрений до 60 т/га не приводило к дальнейшему увеличению урожайности озимой ржи (тенденция в прибавке урожая составила всего 1,2-1,4 ц/га).

Таблица 2

Влияние удобрений на продуктивность озимой ржи на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Зерно, ц/га			Прибавка, ц/га			Сырой белок, %
	2008 г.	2009 г.	Ø	навоз	НРК	фон 2 / фон 1	
Внесение органических удобрений в занятом пару – фон 1							
Без удобрений	26,1	24,3	25,2	–	–	–	9,8
N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	47,9	43,1	45,5	–	20,3	–	10,7
НРК + навоз, 20 т/га	53,3	47,7	50,5	5,0	–	–	11,2
НРК + навоз, 30 т/га	56,4	51,3	53,9	8,4	–	–	11,4
НРК + навоз, 40 т/га	59,7	55,4	57,6	12,1	–	–	11,5
НРК + навоз, 50 т/га	62,8	58,5	60,7	15,2	–	–	11,7
НРК + навоз, 60 т/га	63,7	60,5	62,1	16,6	–	–	11,9
Внесение органических удобрений под культуру – фон 2							
Без удобрений	26,0	24,6	25,3	–	–	0,1	9,7
N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	49,3	42,4	45,9	–	20,6	0,4	10,2
НРК + навоз, 20 т/га	54,4	50,0	52,2	6,3	–	1,7	10,5
НРК + навоз, 30 т/га	58,4	53,8	56,1	10,2	–	2,2	10,5
НРК + навоз, 40 т/га	62,2	57,9	60,1	14,2	–	2,5	10,9
НРК + навоз, 50 т/га	65,9	63,4	64,7	18,8	–	4,0	11,1
НРК + навоз, 60 т/га	67,4	64,4	65,9	20,0	–	3,8	11,3
НСР ₀₅	3,0	3,2	2,5				0,6

Внесение 50-60 т/га органических удобрений непосредственно под озимую рожь обеспечило в сравнении с внесением аналогичных доз навоза в занятом пару дополнительный сбор зерна 3,8-4,0 ц/га. При внесении 20-40 т/га подстилочного навоза существенного отличия в урожайности озимой ржи в зависимости от срока внесения органических удобрений в исследованиях не отмечено (тенденция прибавки урожая составила 1,7-2,5 ц/га).

Содержания сырого белка в зерне озимой ржи в зависимости от опытного варианта составило 9,7-11,9% с максимальными значениями в вариантах с полным органоминеральным удобрением.

При возделывании озимого тритикале урожайность зерна оказалась максимальной среди всех исследуемых озимых зерновых культур и составила в вариантах с полным органоминеральным удобрением 60,1-73,8 ц/га. Внесение возрастающих доз органических удобрений в занятом пару увеличило урожайность

зерна озимого тритикале на 6,1-15,8 ц/га, непосредственно под озимое тритикале – на 6,9-19,7 ц/га при окупаемости 1 т навоза соответственно 26-31 и 33-38 кг зерна. Существенный рост урожайности зерна озимого тритикале в наших исследованиях отмечен при дозах органических удобрений 20-50 т/га независимо от срока их применения. В то же время внесение 50-60 т/га подстилочного навоза оказалось эффективнее при его применении непосредственно под озимое тритикале (прибавка урожая составила 3,9-4,0 ц/га зерна). При внесении меньших доз органических удобрений существенного различия в урожайности зерна в зависимости от срока применения подстилочного навоза при возделывании озимого тритикале не отмечено.

Таблица 3

Влияние удобрений на продуктивность озимого тритикале на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Зерно, ц/га			Прибавка, ц/га			Сырой белок, %
	2008 г.	2009 г.	Ø	навоз	НРК	фон 2 / фон 1	
Внесение органических удобрений в занятом пару – фон 1							
Без удобрений	27,8	30,5	29,2	–	–	–	8,5
N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	53,1	54,9	54,0	–	24,8	–	9,9
НРК + навоз, 20 т/га	59,9	60,3	60,1	6,1	–	–	10,6
НРК + навоз, 30 т/га	61,1	65,5	63,3	9,3	–	–	11,8
НРК + навоз, 40 т/га	65,3	67,6	66,5	12,5	–	–	11,9
НРК + навоз, 50 т/га	68,1	69,9	69,0	15,0	–	–	12,3
НРК + навоз, 60 т/га	69,1	70,5	69,8	15,8	–	–	12,8
Внесение органических удобрений под культуру – фон 2							
Без удобрений	27,9	30,5	29,2	–	–	–	9,1
N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	53,7	54,4	54,1	–	24,9	0,1	10,4
НРК + навоз, 20 т/га	60,8	61,2	61,0	6,9	–	0,9	10,9
НРК + навоз, 30 т/га	62,5	68,3	65,4	11,3	–	2,1	11,3
НРК + навоз, 40 т/га	67,4	70,1	68,8	14,7	–	2,3	11,8
НРК + навоз, 50 т/га	71,1	74,6	72,9	18,8	–	3,9	12,3
НРК + навоз, 60 т/га	72,7	74,9	73,8	19,7	–	4,0	12,7
HCP ₀₅	2,9	3,2	2,4				0,6

Внесение полного минерального удобрения N₆₀₊₃₀P₆₀K₁₂₀ увеличило урожайность зерна озимого тритикале на 24,8-24,9 ц/га при окупаемости 1 кг НРК

9,2 кг зерна. Содержание сырого белка в вариантах с полным минеральным удобрением возросло на 1,3-1,4% при общем его содержании 9,9-10,4%. В вариантах с полным органоминеральным удобрением содержание сырого белка в зависимости от дозы и срока внесения органических удобрений оказалось 10,6-12,8%.

При оценке эффективности применения минеральных и органических удобрений особенно важным является экономический анализ, который позволяет выбрать наиболее приемлемый вариант удобрения с точки зрения экономической эффективности [2, 3, 6].

В наших исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение полного органоминерального удобрения при возделывании озимых зерновых культур характеризовалось довольно высокими показателями, однако значительно различалось по культурам, что связано прежде всего с разницей в закупочных ценах для отдельных зерновых культур (рис. 1-3).

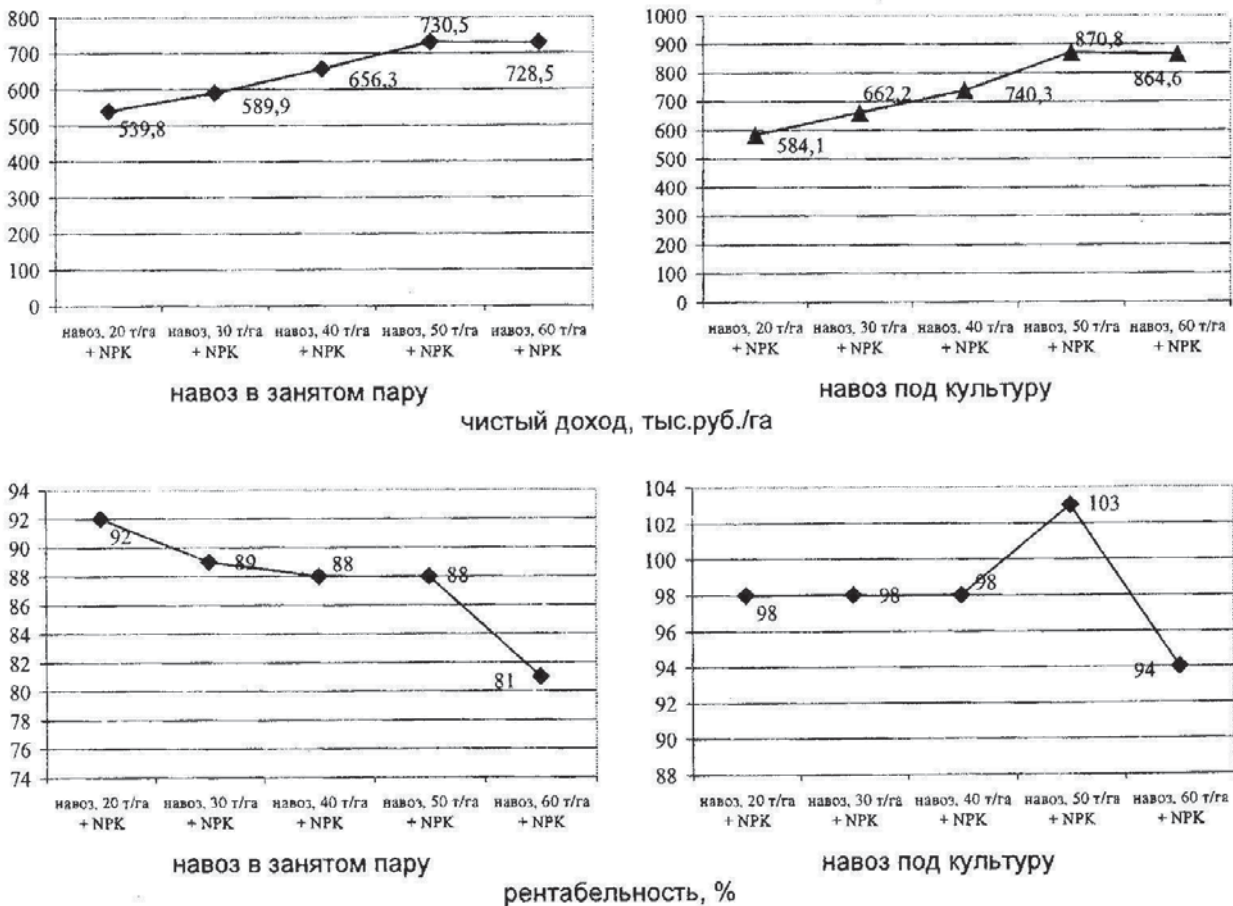


Рис. 1. Экономическая эффективность применения полного органоминерального удобрения при возделывании озимой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

В исследованиях с озимой пшеницей чистый доход при применении полного органоминерального удобрения оказался максимальным и составил в зависимости от доз и сроков применения подстилочного навоза 539,8-870,8 тыс. руб./га при рентабельности 81-103%. Применение полного органоминерального удобрения при возделывании озимого тритикале обеспечило чистый доход

251,4-352,5 тыс. руб./га с рентабельностью 24-43%. При возделывании озимой ржи чистый доход от применения полного органоминерального удобрения оказался 62,2-156,5 тыс. руб./га с рентабельностью 5-18%.

Внесение органических удобрений непосредственно под озимые зерновые культуры обеспечило несколько большие показатели экономической эффективности в сравнении с применением аналогичных доз подстилочного навоза в занятом пару.

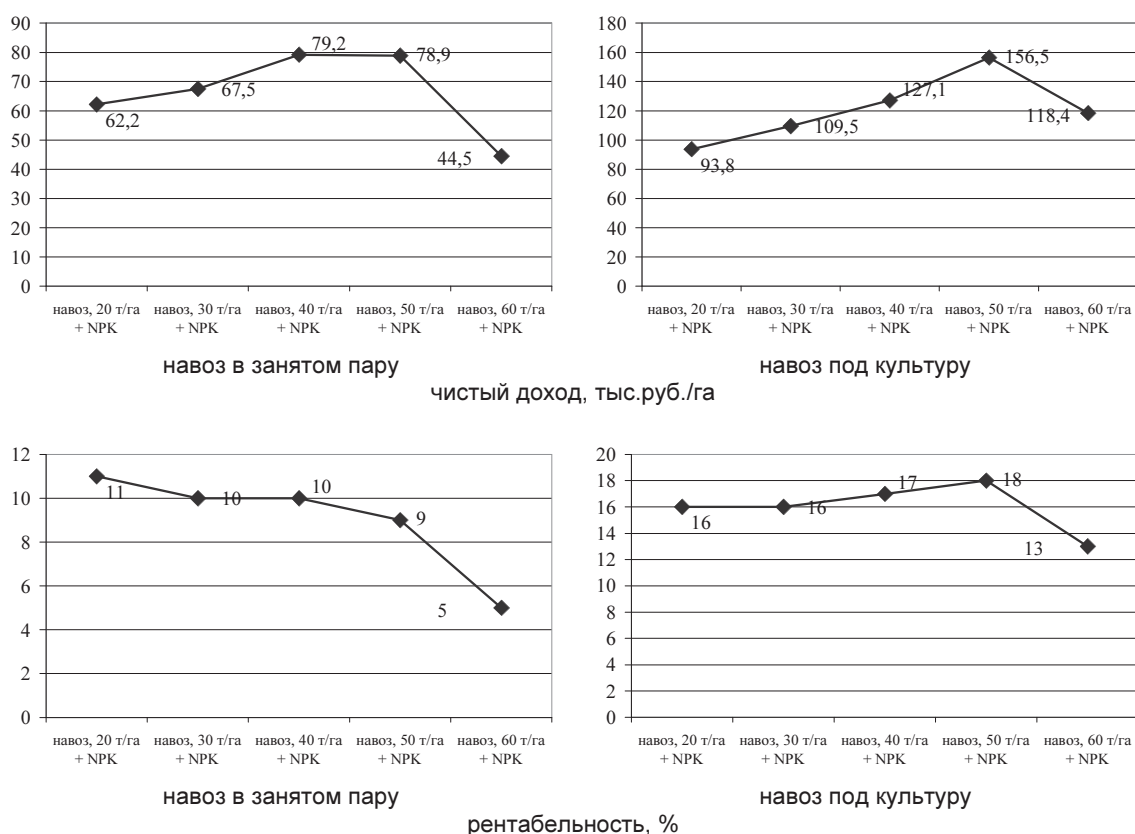


Рис. 2. Экономическая эффективность применения полного органоминерального удобрения при возделывании озимой ржи на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

В наших исследованиях со всеми озимыми зерновыми культурами максимальные показатели чистого дохода получены в варианте с применением полного минерального удобрения в сочетании с внесением 50 т/га подстилочного навоза непосредственно под культуру (озимая рожь – 156,5, озимое тритикале – 352,5, озимая пшеница – 870,8 тыс. руб./га).

В исследованиях с озимой рожью и озимым тритикале при внесении органических удобрений в занятом пару по показателю чистого дохода несколько более эффективным оказалось внесение 40 т/га подстилочного навоза, в исследованиях с озимой пшеницей – 50 т/га подстилочного навоза.

Применение полного минерального удобрения в исследованиях с озимой пшеницей обеспечило получение 439,9 тыс.руб./га чистого дохода с рентабельностью 103%; в исследованиях с озимым трикале – 238,8-241,1 тыс. руб./га с рен-

табельностью 52%; в исследованиях с озимой рожью – 86,8-92,7 тыс.руб./га с рентабельностью 20-21%.

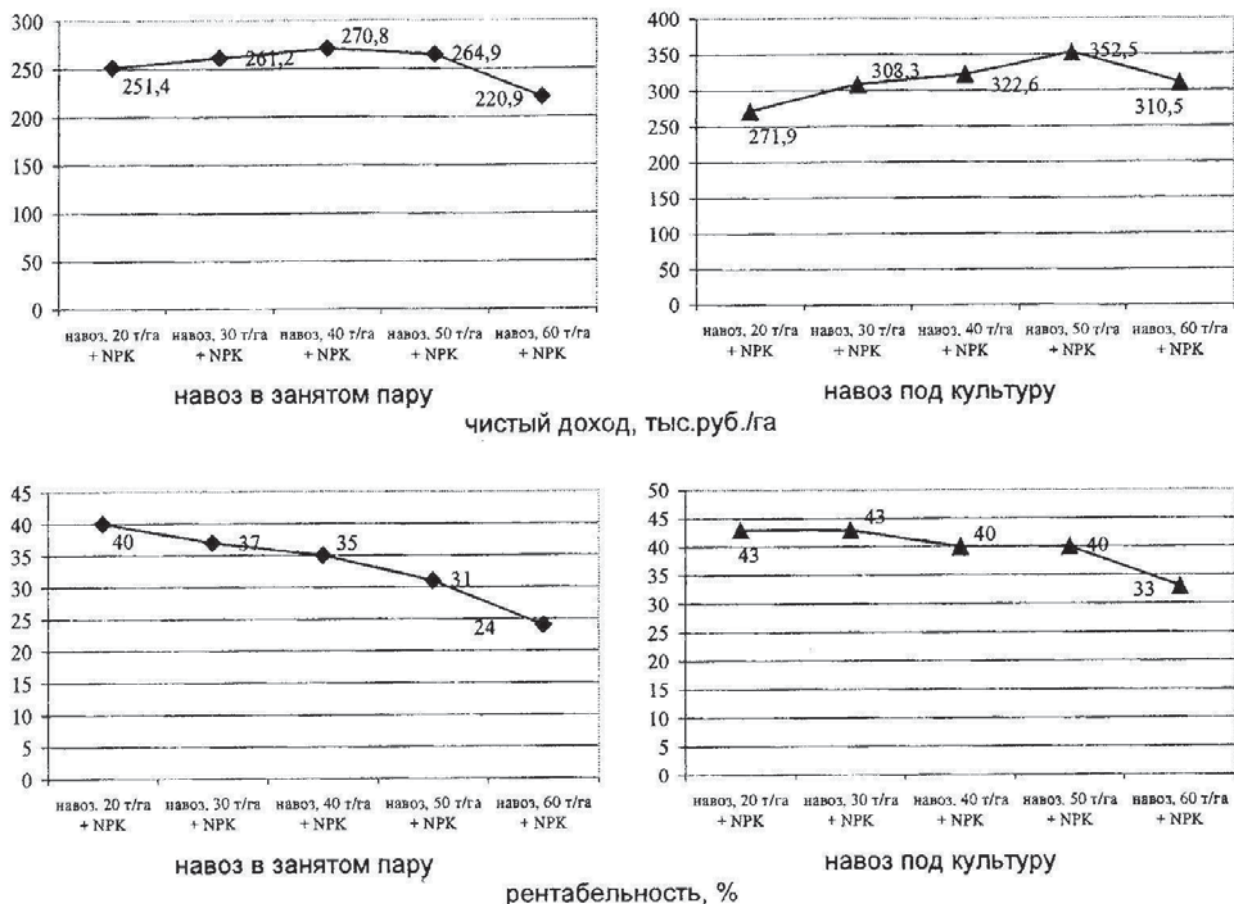


Рис. 3. Экономическая эффективность применения полного органоминерального удобрения при возделывании озимого тритикале на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

ВЫВОДЫ

В исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение возрастающих доз подстилочного навоза 20-60 т/га увеличило урожайность зерна озимой пшеницы на 5,6-19,9 ц/га, озимой ржи – на 5,0-20,0 ц/га, озимого тритикале – на 6,1-19,7 ц/га, полного минерального удобрения $N_{60+30}P_{60}K_{120}$ – соответственно на 18,9, 20,3-20,6 и 24,8-24,9 ц/га при общей урожайности зерна в вариантах с полным органоминеральным удобрением 46,4-60,9 ц/га (озимая пшеница), 50,5-65,9 ц/га (озимая рожь) и 60,1-73,8 ц/га (озимое тритикале) и содержания сырого белка 13,4-16,3, 10,5-11,9 и 10,6-12,8%. Существенное увеличение урожайности зерна получено при возрастании дозы органических удобрений до 50 т/га. При увеличении дозы подстилочного навоза до 60 т/га отмечена лишь тенденция увеличения урожайности озимых зерновых при снижении окупаемости 1 т органических удобрений.

Максимальные показатели чистого дохода в исследованиях со всеми озимыми зерновыми культурами получены в варианте с применением полного минерального удобрения $N_{60+30}P_{60}K_{120}$ в сочетании с внесением 50 т/га подстильно-

го навоза непосредственно под культуру (озимая рожь – 156,5, озимое тритикале – 352,5, озимая пшеница – 870,8 тыс. руб./га) при рентабельности соответственно 18, 40 и 103%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 годы. – Минск: Беларусь, 2005. – 96 с.
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. Босак, В.Н. Органические удобрения / В.Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
4. Босак, В.Н. Агроэкономическая эффективность применения удобрений при возделывании озимых зерновых культур / В.Н. Босак, В.В. Цвирков // Вестник БГСХА. – 2009. – № 2. – С. 91-95.
5. Голуб, И.А. Научные основы формирования высоких урожаев озимых зерновых культур в Беларуси / И.А. Голуб. – Минск: Еврокнига, 1996. – 200 с.
6. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2002. – 184 с.
7. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
8. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / И.М. Богдевич [и др.]; БелНИИПА. – Минск, 1988. – 30 с.
9. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 304 с.
10. Практикум по агрохимии / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Ураджай, 1998. – 270 с.
11. Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси / М.А. Кадыров [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2005. – 304 с.

INFLUENCE OF FERTILIZERS ON EFFICIENCY OF WINTER GRAIN CROPS ON SOD-PODSOLIC LIGHT LOAMY SOIL

V.N. Bosak, V.V. Tsvirkov

Summary

In researches on sod-podsolic light loamy soil application of manure of 40-50 tha^{-1} in a combination with $\text{N}_{60+30}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ has provided the maximum indicators of efficiency of winter grain crops (a winter wheat, a winter rye, a winter triticale).

Entering of covering manure of 50-60 tha^{-1} directly under winter grain crops has appeared more effectively the application of similar doses of manure in occupied steam (it has been an increase of a crop of 0,36-0,40 tha^{-1}). At application of covering manure of 20-40 tha^{-1} entering of organic fertilizers in occupied steam and directly under winter grain crops has appeared almost equivalent.

Поступила 24 сентября 2009 г.