

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В СЕВОБОРОТАХ

В.Н. БОСАК

*Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь, bosak1@tut.by*

ВВЕДЕНИЕ

Современное земледелие решает проблему повышения продуктивности агроценозов путем оптимизации применения традиционных и нетрадиционных видов органических и минеральных удобрений в комплексе с другими агротехническими приемами. При этом эффективное применение удобрений является одной из приоритетных задач земледелия. Научно обоснованная система удобрения должна обеспечивать высокую урожайность сельскохозяйственных культур с оптимальными показателями качества продукции, сохранение или дифференцированное повышение плодородия почвы при соответствии требованиям экологической безопасности охраны окружающей среды [1–5].

Для оценки эффективности применения удобрений используют показатели агрономической, энергетической и экономической эффективности. К основным показателям агрономической эффективности следует отнести прибавку урожайности, окупаемость удобрений урожаем, а также качество товарной продукции. К энергетическим показателям эффективности относятся прежде всего удельные энергозатраты (количество затраченной энергии на единицу урожая сельскохозяйственных культур) и энергоотдача (отношение энергии, содержащейся в конечном сельскохозяйственном продукте, к энергии, затраченной на его производство). Среди экономических показателей эффективности выделяют чистый доход и рентабельность (отношение чистого дохода к затратам) [1, 6–8].

Использование показателей агрономической, экономической и энергетической эффективности позволяет выделить наиболее выгодные варианты системы удобрения, которые могут быть использованы в сельскохозяйственном производстве. Вместе с тем при разработке оптимального варианта системы удобрения, с точки зрения экономики или энергетики, следует также учитывать их влияние на плодородие почвы. Рекомендуемый вариант системы удобрения, кроме высокой агроэнергетической и экономической эффективности, должен обеспечивать воспроизводство почвенного плодородия [1–5, 9].

Цель исследования – изучить экономическую эффективность длительного применения минеральных и органических удобрений в основных типах севооборотов на окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования по изучению агроэкономической эффективности применения удобрений проводили на протяжении 1990–2007 гг. в длительных полевых опытах Института почвоведения и агрохимии в основных типах полевых севооборотов на окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на мощном лессовидном суглинке в СПК «Щемыслица» Минского района (pH_{KCl} 5,9–6,2, содержание фосфора (0,2 М HCl) – 308–349 мг/кг, калия (0,2 М HCl) – 221–269 мг/кг почвы, гумуса (0,4 М $K_2Cr_2O_7$) – 2,0–2,5% (индекс агрохимической окультуренности 0,92)).

Исследования проводили в основных типах полевых севооборотов: зерно-травяно-пропашном (картофель – ячмень – овес – горохо-овсяная смесь – озимая пшеница), льняном (картофель – ячмень – овес – кормовая свекла – яровая пшеница – лен-долгунец), зернотравяном (1 ротация: вико-овсяная смесь – озимая рожь – клевер луговой – яровая пшеница – овес; 2 ротация: пелюшко-овсяная смесь – озимое тритикале – клевер луговой 1 года – клевер луговой 2 года – яровая пшеница), зернопропашном (1 ротация: картофель – ячмень – овес – люпин – яровая пшеница; 2 ротация: пелюшко-овсяная смесь – яровое тритикале – яровой рапс – люпин – яровая пшеница).

Агротехника возделывания изучаемых сельскохозяйственных культур – общепринятая для Республики Беларусь [10–11]. Схемы опытов были реализованы на фоне интегрированной системы защиты растений. Экономические и энергетические расчеты применения минеральных и органических удобрений в севооборотах проводили по соответствующим методикам Института почвоведения и агрохимии в ценах на продукцию и удобрения на 1.12.2007 г. [12–13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В Республике Беларусь применение удобрений обеспечивает около 50 % продуктивности пахотных земель [1]. Так, в 2007 г. продуктивность пахотных земель в Беларуси составила 41,5 ц/га к.ед. При средневзвешенном балле пахотных земель 31,2 за счет почвенного плодородия получено 20,3 ц/га к.ед. (средняя цена балла почвы составляет 65 к.ед.), применение средств химизации обеспечило получение 21,2 ц/га к.ед.

В последнее время наблюдается значительный рост цен на удобрения, что сказывается на эффективности сельскохозяйственного производства.

По состоянию на 1.09.2007 г. цена 1 т карбамида 1 сорта с учетом НДС в физическом весе составила 322063 руб., 1 т аммофоса – 731399 руб., 1 т хлористого калия – 135381 руб.; к 1.04.2008 г. цена 1 т карбамида выросла до 367964 руб., 1 т аммофоса – до 1230213 руб.

Нормативная окупаемость минеральных и органических удобрений товарной продукцией, полученная в результате обобщения опытных данных и производственных результатов, характеризуется довольно высокими показателями (табл. 1) [14].

1 кг NPK в среднем окупаются 6,2 кг зерна, 27 кг клубней картофеля, 34 ц корнеплодов сахарной свеклы, 86 кг зеленой массы кукурузы (в среднем на пахотных землях 8 к.ед.). 1 т органических удобрений обеспечивает получение 25 кг зерна, 105 кг картофеля, 125 кг сахарной свеклы (в среднем на пахотных землях 30 к.ед.).

Окупаемость 1 кг NPK зависит от почвенного плодородия, которое несколько различается по областям Республики Беларусь (табл. 2).

Следует также отметить, что применение минеральных и органических удобрений улучшает качество товарной продукции, а также способствует сохранению и повышению почвенного плодородия [1–5].

Таблица 1. Средние нормативы окупаемости удобрений прибавкой урожая сельскохозяйственных культур

| Культуры | Дозы удобрений | | Оплата, кг продукции | |
|-----------------------|--------------------|------------|----------------------------|----------|
| | органических, т/га | NPK, кг/га | 1 т органических удобрений | 1 кг NPK |
| Зерновые в целом | – | 200–300 | – | 6,2 |
| Озимая рожь | 30 | 200–250 | 25 | 6,1 |
| Озимая пшеница | 30 | 250–300 | 25 | 7,8 |
| Озимое тритикале | 30 | 250–300 | 25 | 8,0 |
| Яровая пшеница | – | 200–250 | – | 6,0 |
| Яровое тритикале | – | 200–250 | – | 6,5 |
| Ячмень | – | 200–250 | – | 6,4 |
| Овес | – | 200–250 | – | 6,0 |
| Люпин | – | 160–200 | – | 4,4 |
| Горох | – | 160–200 | – | 4,0 |
| Вика | – | 160–200 | – | 2,7 |
| Гречиха | – | 180–220 | – | 2,5 |
| Рапс | – | 250–300 | – | 3,2 |
| Лен-долгунец | – | 160–200 | – | 2,7 |
| Картофель | 50–60 | 200–300 | 105 | 27 |
| Сахарная свекла | 60–70 | 300–350 | 125 | 39 |
| Кормовые корнеплоды | 60–80 | 300–350 | 200 | 73 |
| Кукуруза | 60–80 | 250–300 | 190 | 86 |
| Однолетние травы | – | 150–200 | – | 48 |
| Многолетние травы | – | 150–200 | – | 16,6 |
| | – | | – | 70 |
| Все культуры на пашне | – | 200–250 | 30 | 8,0 |
| Сенокосы и пастбища | – | 150–200 | – | 14,3 |
| | – | | – | 72 |

Таблица 2. Нормативы окупаемости минеральных удобрений по областям Республики Беларусь

| Область | Балл плодородия почв | Окупаемость 1 кг NPK | |
|---------------------|----------------------|----------------------|--|
| | | зерновые, кг зерна | все культуры на пахотных землях, к.ед. |
| Брестская | 31,9 | 6,25 | 8,09 |
| Витебская | 26,6 | 5,37 | 6,94 |
| Гомельская | 30,1 | 5,95 | 7,70 |
| Гродненская | 34,4 | 6,67 | 8,62 |
| Минская | 32,8 | 6,40 | 8,28 |
| Могилевская | 31,6 | 6,20 | 8,02 |
| Республика Беларусь | 31,2 | 6,14 | 7,94 |

Применение минеральных и органических удобрений в наших исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве оказало существенное влияние на продуктивность севооборотов. При этом агроэнергетическая эффективность применения удобрений зависела от типа севооборота и биологических особенностей возделываемых сельскохозяйственных культур (табл. 3).

Таблица 3. Агроэнергетическая эффективность применения удобрений в севооборотах на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

| Вариант | Сбор к.ед., ц/га | Прибавка, ц/га к.ед. | | Оплата к.ед. | | Энергоотдача, ед. | |
|---|------------------|----------------------|------|--------------|----------|-------------------|------|
| | | навоз | NPK | 1 т навоза | 1 кг NPK | навоз | NPK |
| Зерно-травяно-пропашной севооборот | | | | | | | |
| Без удобрений | 45,0 | – | – | – | – | – | – |
| Навоз, 12 т/га | 54,5 | 9,5 | – | 79,2 | – | 1,63 | – |
| Навоз + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₄ | 79,8 | – | 25,3 | – | 10,0 | – | 1,22 |
| НСП _{нс} | 1,9 | | | | | | |
| Льняной севооборот | | | | | | | |
| Без удобрений | 43,1 | – | – | – | – | – | – |
| Навоз, 16 т/га | 53,5 | 10,4 | – | 65,0 | – | 1,61 | – |
| Навоз + N ₁₁₅ P ₇₂ K ₁₂₂ | 83,8 | – | 30,3 | – | 9,7 | – | 1,18 |
| НСП _{нс} | 1,8 | | | | | | |
| Зернотравяной севооборот (1 ротация) | | | | | | | |
| Без удобрений | 58,3 | – | – | – | – | – | – |
| Навоз, 8 т/га | 63,5 | 5,2 | – | 65,0 | – | 1,40 | – |
| Навоз + N ₇₂ P ₆₆ K ₁₁₂ | 83,8 | – | 20,3 | – | 8,1 | – | 1,14 |
| НСП _{нс} | 1,8 | | | | | | |
| Зернотравяной севооборот (2 ротация) | | | | | | | |
| Без удобрений | 64,7 | – | – | – | – | – | – |
| Навоз, 8 т/га | 73,5 | 8,8 | – | 110,0 | – | 1,85 | – |
| Навоз + N ₉₄ P ₆₀ K ₁₃₀ | 94,8 | – | 21,3 | – | 8,7 | – | 1,32 |
| НСП _{нс} | 2,1 | | | | | | |
| Зернопропашной севооборот (1 ротация) | | | | | | | |
| Без удобрений | 31,7 | – | – | – | – | – | – |
| Навоз, 12 т/га | 42,5 | 10,8 | – | 90,0 | – | 1,74 | – |
| Навоз + N ₆₀ P ₅₈ K ₁₁₆ | 62,5 | – | 20,0 | – | 8,5 | – | 1,24 |
| НСП _{нс} | 1,4 | | | | | | |
| Зернопропашной севооборот (2 ротация) | | | | | | | |
| Без удобрений | 39,9 | – | – | – | – | – | – |
| Навоз, 8 т/га | 50,4 | 10,5 | – | 131,3 | – | 1,99 | – |
| Навоз + N ₆₈ P ₄₈ K ₉₆ | 70,3 | – | 19,9 | – | 9,4 | – | 1,22 |
| НСП _{нс} | 2,0 | | | | | | |

Среднегодовое применение полного минерального удобрения N90P60K104 в зерно-травяно-пропашном севообороте обеспечило прибавку продуктивности 25,3 ц/га к.ед. при окупаемости 1 кг NPK 10 к.ед.; 12 т/ га органических удобрений – прибавку продуктивности 9,5 ц/га к.ед. при окупаемости 1 т органических удобрений 79,2 к.ед.

В льняном севообороте среднегодовое внесение 16 т/га органических удобрений обеспечило прибавку продуктивности 10,4 ц/га к.ед., $N_{115}P_{73}K_{123}$ – 30,3 ц/га к.ед. при окупаемости 1 т органических удобрений 65,0 к.ед. и 1 кг NPK – 9,7 к.ед.

В зернотравяном севообороте применение полного минерального удобрения в зависимости от ротации севооборота обеспечило дополнительный сбор 20,3–21,3 ц/га к.ед. при окупаемости 1 кг NPK 8,1–8,7 к.ед. Среднегодовое внесение 8 т/га органических удобрений способствовало повышению продуктивности зерно-травяного севооборота на 5,2–8,8 ц/га к.ед. при окупаемости 1 т органических удобрений 65,0–110,0 к.ед.

В зернопропашном севообороте применение органических удобрений увеличило продуктивность севооборота в первой ротации на 10,8, во второй ротации – на 10,5 ц/га к.ед. при оплате 1 т органических удобрений 90,0–131,3 к.ед. Использование полного минерального удобрения способствовало повышению продуктивности севооборота на 19,9–20,0 ц/га к.ед. при окупаемости 1 кг NPK 8,5–9,4 к.ед.

Энергоотдача применения минеральных удобрений в зависимости от типа севооборота и доз удобрений составила 1,14–1,32 ед., органических удобрений – 1,40–1,99 ед., что показывает на достаточно высокую энергоэффективность применения удобрений в севооборотах.

Почвенное плодородие в зависимости от типа севооборота обеспечило получение 51–70 %, применение удобрений – 30–49 % продуктивности севооборотов (органические удобрения – 6–17 %, минеральные удобрения – 23–37 % продуктивности). Большая роль почвенного плодородия отмечена в зернотравяных севооборотах, минеральных и органических удобрений – в севооборотах с их насыщением пропашными и зерновыми культурами. Высокая роль почвенного плодородия в наших исследованиях связана также с высокой окультуренностью дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы (индекс агрохимической окультуренности 0,92).

Применение полного минерального удобрения в исследованиях на окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в зависимости от типа севооборота и доз удобрений обеспечило получение чистого дохода 46,1–90,1 \$/га, органических удобрений – 4,2–38,7 \$/га (рис. 1).

Следует отметить, что в производстве рекомендуется полная органоминеральная система удобрения, предусматривающая внесение научно обоснованных доз как минеральных, так и органических удобрений [1, 4–6].

В наших исследованиях полная органоминеральная система удобрения обеспечила получение в основных типах полевых севооборотов 50,4–98,6 \$/га чистого дохода с рентабельностью 32–67 % (рис. 2).

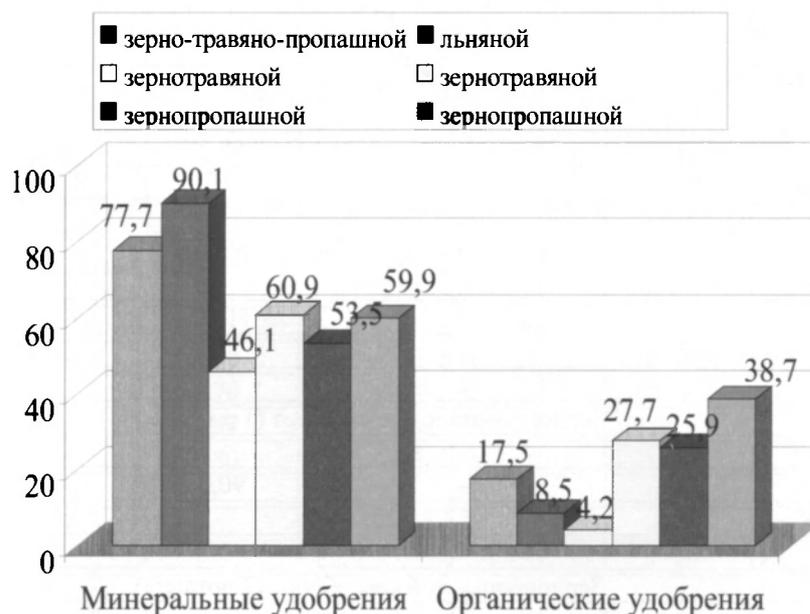


Рис. 1. Экономическая эффективность применения минеральных и органических удобрений (чистый доход, \$/га) в севооборотах на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

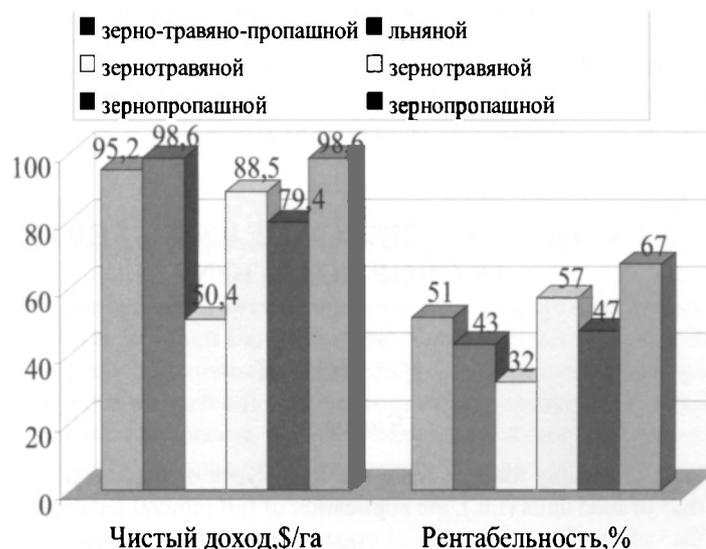


Рис. 2. Экономическая эффективность применения полного органоминерального удобрения в севооборотах на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

ВЫВОДЫ

Применение минеральных и органических удобрений в Республике Беларусь обеспечивает получение около 50 % продуктивности на пахотных землях при высоких показателях окупаемости удобрений товарной продукцией.

В исследованиях на окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при продуктивности основных типов полевых севооборотов 62,5–94,8 ц/га к.ед. почвенное плодородие в зависимости от типа севооборота обеспечило получение 51–70 %, минеральные и органические удобрения – 30–49 % продуктивности.

Применение полного минерального удобрения способствовало увеличению продуктивности основных типов полевых севооборотов на 19,9–30,3 ц/га к.ед., органических удобрений – на 5,2–10,8 ц/га к.ед. при окупаемости 1 кг NPK 8,1–10,0 к.ед., 1 т органических удобрений – 65,0–131,3 к.ед.

Полная органоминеральная система удобрения в зависимости от типа севооборота и доз удобрений обеспечила получение 50,4–98,6 \$/га чистого дохода с рентабельностью 32–67 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В.Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2003. – 176 с.
2. Körschens, M. 100 Jahre Statischer Düngungsversuch Bad Lauchstadt / M. Körschens, I. Merbach, E. Schulz. – UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, 2002. – 64 S.
3. Nutritional and Environmental Research in the 21st Century – the Value of Long-Term Field Experiments / F. Ellmer [u.a.] – Halle-Wittenberg, 2002. – 114 p.
4. Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.
5. Никончик, П.И. Интенсивное использование пашни / П.И. Никончик. – Минск: Ураджай, 1995. – 192 с.
6. Босак, В.Н. Агрэаэкономічная эфектыўнасць прымянення ўдобраў / В.Н. Босак. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2005. – 44 с.
7. Босак, В.Н. Агрэаэкономічная эфектыўнасць прымянення ўдобраў у севаоборотах / В.Н. Босак // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы. – Минск: ПолесГУ, 2008. – С. 11–12.
8. Босак, В.Н. Экономическая эффективность применения удобрений при возделывании пропашных и технических культур на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В.Н. Босак // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 2. – С. 111–116.
9. Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 годы. – Минск: Беларусь, 2005. – 96 с.
10. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 304 с.
11. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси / Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.

12. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / И.М. Богдевич [и др.]; БелНИИ почвоведения и агрохимии. – Минск, 1988. – 30 с.

13. Методика определения энергетической эффективности применения минеральных, органических и известковых удобрений / Г.В. Василюк [и др.]. – Минск: БелНИИ почвоведения и агрохимии, 1996. – 52 с.

14. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.

THE ECONOMIC EFFICIENCY OF USING FERTILIZERS IN CROP ROTATIONS

V.N. BOSAK

Summary

In researches on sod podsolc sandy loamy soil in the basic types of field crop rotations with the general yield production of 6,25–9,48 tha^{-1} of feed units (f.u.), the application of full mineral fertilizer promoted an increase in yield production at 1,99–3,03 tha^{-1} of f.u., the application of organic fertilizers promoted an increase in yield production at 0,52–1,08 tha^{-1} of f.u., at a recouplement of NPK 1 kg of 8,1–10,0 f.u. and of 1 t organic fertilizers of 65,0–131,3 f.u.

The full organic and mineral system of fertilizer depending on the type of a the crop rotation and dozes of fertilizers has ensured 50,4–98,6 Sha^{-1} of the net profit with profitability of 32–67%.

Поступила в редакцию 14 апреля 2008 г.