

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ В ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТАХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Ткачук О. А., Павликова Е. В.

*ФГБОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия», Пенза, Россия (440014, Пенза, ул. Ботаническая, 30), e-mail: katyhaa@inbox.ru*

Сложившиеся за последнее время социально-экономические отношения требуют пересмотра и корректировки систем земледелия с учетом природных, экономических факторов, наличия трудовых ресурсов в конкретных почвенно-климатических условиях. Одним из направлений совершенствования систем земледелия являются разработка и освоение энергоресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур на основе совершенствования севооборотов, дифференцированного подхода к системе обработки почвы и других звеньев систем земледелия. Эффективно решить эти вопросы можно только в условиях длительных стационарных опытов на основе полевых севооборотов. В статье показана сравнительная оценка энергетической эффективности видов полевых севооборотов, систем основной обработки почвы и способов посева на черноземе, выщелоченном лесостепной зоны Среднего Поволжья. Длительное изучение (более 10 лет) различных видов полевых севооборотов, систем обработки почвы и способов посева позволило сделать вывод об энергетической эффективности этих приемов и возможности внедрения их в производство.

Ключевые слова: многолетний стационарный полевой опыт, севооборот, обработка почвы, способы посева, продуктивность, энергетическая эффективность.

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF ENERGY EFFICIENCY AGROTECHNICAL METHODS IN CROP ROTATION STEPPE MIDDLE VOLGA

Tkachuk O. A., Pavlikova E. V.

*Federal State Education Establishment of High Professional Training «Penza State Agricultural Academy», Penza, Russia (440014, Penza, street Botanicheskaja, 30), e-mail: katyhaa@inbox.ru*

Developed over recent socio-economic relations require a review and adjustment-focusing of farming systems based on natural, economic factors, the availability of human resources in specific soil and climatic conditions. One of the ways to improve farming systems are the development and implementation of energy-saving technologies of cultivation of agricultural crops through improved crop rotations, a differentiated approach to tillage systems and other parts of farming systems. Effectively address these issues can only be in a long-term steady-state experiments on the basis of field rotations. The article shows the comparative assessment of energy efficiency types of field crop rotations, tillage systems, basic and sowing methods on leached chernozem steppe zone of the Middle Volga. Long-term study (10 years) of various types of field crop rotations, tillage systems and sowing methods led to the conclusion about the energy efficiency of these methods and the possibility of introducing them into production.

Keywords: long-term field experiment, crop rotation, tillage, methods of sowing, productivity, energy efficiency.

Одним из определяющих факторов в повышении плодородия почвы и в получении высококачественной экологически чистой продукции сельского хозяйства является комплексный и научный подход к разработке системы земледелия, основанный на агробиологических принципах природопользования как важнейшего фактора энергоресурсосбережения.

В современных условиях любое решение по вопросам земледелия, не имеющее под собой научного обоснования, отрицательно сказывается на производственных и экономических показателях сельских производителей и влияет в целом на состояние экономики государства.

По словам К. А. Тимирязева, «ни в одной другой деятельности не требуется взвешивать столько разнообразных условий успеха, нигде не требуется таких многосторонних сведений, нигде увлечение односторонней точкой зрения не может привести к такой крупной неудаче, как в земледелии».

В сегодняшних рыночных условиях, при не эквивалентных ценах на промышленную и сельскохозяйственную продукцию, возникает настоятельная необходимость поиска ресурсосберегающих, экологически безопасных приемов и технологий выращивания сельскохозяйственных культур за счет системного и грамотного использования биологического потенциала всех составляющих факторов с учетом своей почвенно-климатической зоны и спецификой своих ресурсов.

«Очевидно, что в разных почвенно-климатических зонах и для различных культур набор и иерархия лимитирующих факторов различны. Однако именно в их выявлении и устранении – новый смысл создания региональных систем растениеводства» [2].

В этой связи разработка эффективных приемов биологизации для различных видов полевых севооборотов в сочетании с рациональными системами зяблевой обработки почвы и способами посева, в конкретных почвенно-климатических условиях, направленных на сохранение и повышение плодородия, ресурсосбережение и получение стабильных урожаев сельскохозяйственных культур, имеет важное научное и практическое значение.

Исследования проводились в 2003–2014 гг. в многолетнем стационарном полевом опыте кафедры общего земледелия и землеустройства ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА».

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным, тяжелосуглинистым по гранулометрическому составу. Перед закладкой опыта (2003 г.) почва опытного участка характеризовалась следующими показателями: содержание гумуса в пахотном слое 7,96–8,09 %,  $pH_{\text{сол}}$  5,03–5,04, легкогидролизуемого азота 169–191 мг/кг, подвижного фосфора 73–93 мг/кг, обменного калия 117–146 мг/кг. По состоянию на 2013 г. содержание гумуса в среднем по опыту составило 6,5 %, реакция среды кислая ( $pH_{\text{сол}}$  4,8–4,9), обеспеченность азотом высокая, фосфором и калием – средняя.

За период исследований (2003–2014 гг.) в опыте использовались районированные в Пензенской области сорта сельскохозяйственных культур: озимая пшеница – Безенчукская 380; ячмень – Харьковский 99, Волгарь; картофель – Удача; яровая пшеница – Л-503, Тулайковская 10, кукуруза – Бемо 181 СВ; вико-овес – смесь вика Орловская (35 %) + овес Аллюр (65 %); донник волосистый – Солнышко, горчица – Рапсодия.

В 2003–2005 гг. в многолетнем стационарном полевом опыте исследования велись в восьмипольном зернопаропропашном севообороте со следующим чередованием культур: чистый пар – озимая пшеница – картофель – яровая пшеница – вико-овес – озимая пшеница –

кукуруза – ячмень. С 2006 по 2013 г. севооборот был видоизменен на зернопаротравяной со следующим чередованием культур: чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница – вико-овес + донник – донник 1 г. п. – донник 2 г. п. – озимая пшеница – яровая пшеница. С 2011 года существующий зернопаротравяной севооборот был насыщен промежуточной сидерацией: чистый пар – озимая пшеница + промежуточный сидерат – яровая пшеница – вико-овес + донник – донник 1 г. п. – донник 2 г. п. – озимая пшеница + промежуточный сидерат – яровая пшеница.

Уборку зерновых культур проводили с одновременным измельчением и разбрасыванием соломы. Площадь севооборота – 4,8 га. Площадь одного поля – 0,6 га.

За период исследований (2003–2014 гг.) во всех севооборотах, с учетом биологических особенностей возделываемых культур, изучали дифференцированные по способам и глубине системы обработки почвы и способы посева:

Системы основной обработки почвы:

1 – двухфазная отвальная обработка (контроль);

2 – двухфазная безотвальная обработка;

3 – минимальная мелкая обработка.

Способы посева:

1 – рядовой посев сеялкой СЗ-3,6 (контроль);

2 – разбросной посев почвообрабатывающим посевным агрегатом Обь-4 ЗТ.

Все наблюдения, анализы и учет проводили по общепринятым методикам.

Погодные условия были характерны для лесостепи Среднего Поволжья и позволили проследить за действием изучаемых факторов в разных условиях [3, 9, 11].

Для получения экологически чистой продукции все исследования проводились в севооборотах без использования минеральных удобрений и химических средств защиты растений от сорняков, вредителей и болезней.

Севооборот в интенсивном земледелии играет санитарную роль. Д. Н. Прянишников отмечал, что с истощением почвы мы можем бороться внесением удобрений, с потерей должного строения – внесением органического вещества и правильной обработкой, а с размножением паразитов сельскохозяйственных растений, имея в виду, вредителей, болезни и сорняки, нельзя справиться без должного севооборота.

Источником поступления органического вещества в почву в изучаемых полевых севооборотах, типичных для хозяйств Пензенской области, являются пожнивные и корневые остатки, солома зерновых культур, возделывание многолетних трав и сидеральных культур (горчица).

В настоящее время не менее важное значение имеет и тот фактор, каких затрат требует культура для получения того или иного урожая, насколько она технологична, насколько технология культуры экологически безопасна, а также другие аспекты биологизации.

Сейчас ситуация в сельском хозяйстве с севооборотами очень острая. «Пока же, как известно, севообороты не нашли, по существу своего должного места в современном агротехническом комплексе» [2].

Грамотные севообороты были, есть и будут главным элементом системы земледелия, особенно при внедрении в производство в настоящее время энергосберегающих приемов и технологий по системам Mini-Till, No-Till и других. По Доспехову Б. А. за счет правильного севооборота урожайность увеличивается до 40 %, а от удобрений – до 45 % [2].

Все более актуальной проблемой с каждым годом становится энергосбережение. Ограниченность энергетических ресурсов, высокая стоимость энергии, негативное влияние на окружающую среду, связанные с её производством, – все эти факторы невольно наводят на мысль, что разумней снижать потребление энергии, нежели постоянно увеличивать её производство, а значит, и количество проблем. Во всем мире уже давно не только постоянно ведется поиск путей уменьшения энергопотребления за счет его рационального использования, но и достаточно эффективно применяется. Решению этой задачи в сельском хозяйстве может способствовать энергетическая оценка технологий производства продукции, позволяющая выбрать наиболее эффективные ресурсосберегающие технологии, отдельные технологические приемы [1].

Энергетическая оценка эффективности возделывания сельскохозяйственных культур заключается в соотношении количества накопленной растительным сообществом энергии с антропогенными затратами и позволяет более объективно и точно проводить это через энергетические эквиваленты, затрачиваемые на производство единицы сельскохозяйственной продукции независимо от ценовой политики. Энергетический подход представляет возможность – количественно определить энергетическую оценку сельскохозяйственной продукции и технологий их возделывания. Он дает возможность количественно определить энергетические затраты и степень их окупаемости при производстве продуктов растениеводства, сравнить агрофитоценозы по расходу затраченной энергии на единицу общей и товарной продукции при различных системах земледелия и ее составляющих. Этот показатель не подменяет, а дополняет общепринятую экономическую оценку (таблица) [6].

Энергетическая эффективность видов севооборотов

Показатель	Вид севооборота		
	Зернопаропропашной севооборот (2003–2005 гг.)	Зернопаротравяной севооборот (2006–2010 гг.)	Зернопаротравяной севооборот (2011–2014 гг.)
Продуктивность севооборота в зерновых единицах, т/га	3,40	2,18	2,55
Сумма накопленной энергии с урожаем, ГДж/га	522,96	386,04	468,20
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	242,46	193,11	205,11
Коэффициент энергетической эффективности	2,16	2,00	2,28

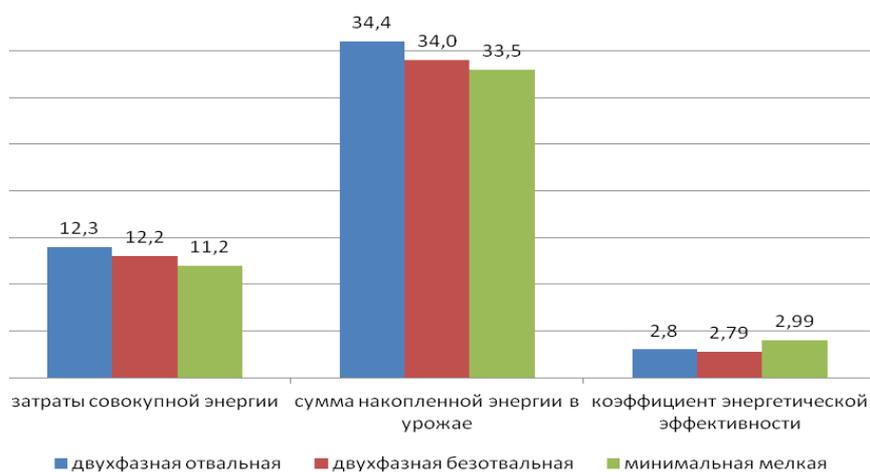
При биоэнергетической оценке различных полевых севооборотов руководствовались учебным пособием «Биоэнергетическая оценка технологических процессов в растениеводстве» [10]. Результаты исследований показали, что в зернопаропропашном севообороте (2003–2005 гг.) за счет насыщения культурами интенсивного типа (картофель, кукуруза) продуктивность была наибольшей и составила 3,40 т зерновых единиц с гектара. В 2006 году после выведения из структуры посевных площадей пропашных культур продуктивность зернопаротравяного севооборота снизилась и составила 2,18 т зерновых единиц с гектара. В дальнейшем для увеличения продуктивности (2,55 т зерновых единиц с гектара) зернопаротравяного севооборота (2011–2014 гг.) он был насыщен многолетними травами и промежуточной сидерацией [9].

Наибольшие затраты совокупной энергии на гектар севооборотной площади оказались в зернопаропропашном севообороте (242,46 ГДж/га), что объясняется наличием энергоемких пропашных культур. В связи со сложившейся экономической ситуацией многие сельскохозяйственные организации отказались от возделывания затратных пропашных культур и в 2006 г. изучаемый севооборот был насыщен зерновыми культурами. Естественно, что затраты совокупной энергии в таком севообороте сократились и составили 193,11 ГДж/га. С целью поддержания почвенного плодородия в существующий севооборот в 2011 г. была введена промежуточная сидерация, которая несколько увеличила затраты совокупной энергии – 205,11 ГДж/га.

Сравнительная оценка севооборотов показала, что наибольший энергетический коэффициент (2,28) был получен в зернопаротравяном севообороте с промежуточной сидерацией.

В современных условиях обработка почвы остается важнейшим элементом зональных систем земледелия на агроландшафтной основе, обеспечивающим не только регулирование продуктивности пашни, энергетических затрат, но и сохранение почвы от эрозии, повышение ее плодородия, эффективное использование удобрений. На обработку почвы приходится около 40 % энергетических и 25 % трудовых затрат всех полевых работ. Поэтому система обработки почвы наряду с другими показателями должна быть энергосберегающей [1, 5].

Оценка энергетической эффективности различных систем обработки почвы была рассмотрена нами в технологии возделывания яровой пшеницы (рисунок 1).



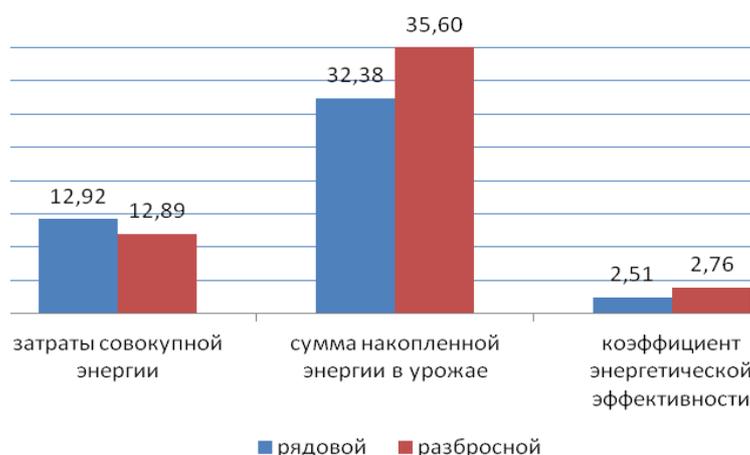
*Рис. 1. Энергетическая эффективность выращивания яровой пшеницы при различных системах основной обработки почвы, ГДж/га*

Установлено, что затраты совокупной энергии выращивания яровой пшеницы окупались полностью выходом валовой энергии во всех вариантах, но эффективность их была различная. На рисунке 1 видно, что энергетическая эффективность выращивания яровой пшеницы при применении минимальной мелкой обработки почвы по отношению к вспашке повышается: на 8,9 % сокращаются затраты совокупной энергии, при незначительном уменьшении суммы накопленной энергии. В результате на 7,0 % увеличивается значения коэффициента энергетической эффективности.

Ресурсосберегающие системы основной обработки почвы в полной мере становятся эффективными и реализуемыми только при соблюдении соответствующих агротехнических требований к посеву.

В настоящее время наибольшее распространение получил рядовой посев яровой пшеницы с междурядьями 15 см дисковыми сеялками марки СЗ-3,6. Однако в засушливых районах отмечены положительные результаты посева озимой и яровой пшеницы стерневыми сеялками, где высев семян осуществляет сошник-лапа [4].

Не менее важным вопросом при возделывании яровых хлебов является возможность сокращения сроков проведения всех полевых работ за счет совмещения технологических операций. По исследованиям Самарского НИИСХ, эффективным оказался разбросной способ посева, проводимый с помощью универсального посевного агрегата АУП-18.05. Преимущество разбросного способа посева состоит не только в том, что он дает наилучшее распределение семян по всей площади питания, но и позволяет совместить предпосевную обработку почвы с посевом, улучшить обеспеченность растений продуктами питания и влагой, сократить сроки посева и затраты труда. При использовании сеялки АУП-18.05 для посева яровых зерновых расход топлива сокращается на обработке почвы и посеве более чем в 5 раз, прямые производственные затраты снижаются – в 3–4 раза [7].



*Рис. 2. Энергетическая эффективность выращивания яровой пшеницы при различных способах посева, ГДж/га*

Расчет энергетической эффективности способов посева яровой пшеницы показал, что наименьшие затраты совокупной энергии были в варианте с разбросным способом посева и составили 12,89 ГДж/га. Наибольший коэффициент энергетической эффективности также был отмечен в варианте с разбросным способом посева и составил 2,76. Увеличение коэффициента энергетической эффективности в этом варианте объясняется сокращением технологических операций, проводимых во время посева комплексным посевным агрегатом (рисунок 2).

Длительное изучение (более 10 лет) различных видов полевых севооборотов, систем обработки почвы и способов посева позволило сделать вывод об энергетической эффективности этих приемов и возможности внедрения их в производство.

### Список литературы

1. Бакиров Ф. Г. Эффективность ресурсосберегающих систем обработки черноземов степной зоны Южного Урала: автореф. дис. .... д-ра с-х. наук. – Оренбург, 2008. – 47 с.
2. Беляк В. Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика). – Пенза: ОАО «Пензенская правда», 2008. – 320 с.
3. Богомазов С. В., Ткачук О. А., Павликова Е. В., Кочмин А. Г. Роль агротехнических приемов в технологии возделывания озимой пшеницы в условиях черноземных почв Среднего Поволжья // Нива Поволжья. – 2014. – № 31. – С. 2–7.
4. Давеян А. Б. Продуктивность яровой твердой пшеницы в зависимости от основных элементов технологии возделывания на черноземах Саратовского Правобережья: дис. ... канд. с-х. наук. – Саратов, 2007. – 198 с.
5. Денисов Е. П., Солодовников А. П., Четвериков Ф. П., Тарбаев Ю. А. Влияние приемов минимизации обработки почвы и применения гербицидов на продуктивность ячменя в Поволжье // Нива Поволжья. – 2013. – № 26. – С. 7–11.
6. Зеленский Н. А., Луганцев Е. П., Авдеенко А. П. Парозанимающие и сидеральные культуры на эродированных черноземах. ФГОУ ВПО «Донской ГАУ». – Ростов н/Д: Издательский дом «Птица», 2005. – 176 с.
7. Корчагин В. А. Ресурсосберегающие технологические комплексы возделывания зерновых культур: научно-практическое пособие. – Самара, 2005. – 83 с.
8. Лагуткин Н. В. Разумное земледелие. – Пенза, 2013. – 116 с.
9. Павликова Е. В., Ткачук О. А. Оценка влияния полевых севооборотов на плодородие почвы и их продуктивность в лесостепной зоне Среднего Поволжья // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3.
10. Рабочев Г. И., Кутилкин В. Г., Рабочев А. Л. Биоэнергетическая оценка технологических процессов в растениеводстве: учебное пособие. – Самара, 2004. – 112 с.
11. Ткачук О. А., Орлов А. Н., Павликова Е. В. Совершенствование элементов технологии возделывания яровой пшеницы, обеспечивающих снижение энергетических затрат и повышение урожайности на черноземных почвах лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья. – 2012. – № 2 (23). – С. 40–45.

**Рецензенты:**

Смирнов А.А., д.с.-х.н., профессор, директор ГНУ Пензенский НИИСХ  
Россельхозакадемии, г. Пенза;

Семина С.А., д.с.-х.н., профессор кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции»  
ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА», г. Пенза.