

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

РУП «Научно-практический центр
НАН Беларуси по земледелию»

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И СЕЛЕКЦИЯ В БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

Основан в 1951 году

ВЫПУСК 55



Заделка соломы в почву позволяла увеличить баланс азота в сравнении с севооборотами с ее отчуждением. Причем величина прибавки в большой степени зависела от удельного веса зерновых культур и увеличивалась от 8,4 до 28,3 кг/га по мере повышения их от 37,5 до 75% в структуре севооборота.

Литература

1. Методика расчета элементов питания в земледелии Республики Беларусь / РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2007. – 24 с.

***ECONOMIC BALANCE OF NITROGEN IN FIELD CROP ROTATIONS
DEPENDING ON THE STRUCTURE OF CROPS AND USE OF STRAW
A.Ch. Skirukha, L.N. Gribanov, A.A. Usenya***

The article presents the results of the research conducted in 2016-2018 on the study of the economic balance of nitrogen depending on the type of crop rotation, its structure, as well as the method of using by-products (straw). It's established that with the movement of straw from the field, the balance with the highest positive value was formed in grain-grass crop rotation and grain-grass-growing crop rotation with two fields of clover at the break. The balance of nitrogen in field crop rotations with straw preserved for embedding was formed similarly to the balance with its movement, but with a more positive value.

УДК 633.16:631.51.021:631.84

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ КУЛЬТУР ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
СИСТЕМАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЯ
В ОРОШАЕМОМ СЕВОБОРОТЕ ЮГА УКРАИНЫ**

Е.Е. Марковская*, доктор с.-х. наук, **Н.П. Малярчук**, доктор с.-х. наук,
И.Н. Беляева, доктор с.-х. наук, **А.С. Малярчук**, к. с.-х. наук
*ГВУЗ «Херсонский государственный аграрный университет»
Институт орошаемого земледелия НААН Украины, г. Херсон, Украина
(Поступила 14.03.2019)

Рецензент: Булавин Л.А., доктор с.-х. наук

Аннотация. В статье изложены результаты экспериментальных исследований, проведенных в стационарном опыте Института орошаемого земледелия НААН Украины по изучению влияния основной обработки почвы и удобрения на продуктивность сельскохозяйственных культур, а также экономическая и энергетическая эффективность технологий их выращивания. Представлена экономическая и энергетическая оценка способов и глубины основной обработки почвы под культуры севооборота. Разработаны экономически и энергетически обоснованные системы разноглубинной отвальной, безотвальной и дифференцированной по способам и глубине основной обработки почвы для четырехпольных пропашных севооборотов на орошаемых землях юга Украины на фоне двух систем органо-минерального удобрения.

Введение. Благополучие народа Украины зависит от рационального использования земельных ресурсов. По площади пашни наше государство занимает третье, а в расчете на душу населения второе место в Европе. Вместе с тем, низкая культура земледелия, неполное использование климатического потенциала и мер интенсификации негативно влияют на сельскохозяйственное производство, что нарушает стабильность экономики хозяйств южной Степи.

Ученые и практики аграрного сектора страны доказали высокую эффективность мелиорации земель, особенно в южном регионе, где только поливные земли являются гарантом производства зерна, семян сои, кормов, плодовоовощной продукции и картофеля. В то же время, в последние годы удельный вес орошаемых земель в общей площади пашни существенно сократился. Поэтому повышение эффективности их использования необходимо рассматривать сквозь призму решения таких задач, как получение максимальной прибыли, снижение энергоёмкости производства продукции, ускорения окупаемости капиталовложений, возможности быстрого получения оборотных средств и улучшение экологической ситуации орошаемых территорий.

Ресурсосбережение и охрана окружающей среды при производстве сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях – это два взаимосвязанных направления, реализацию которых можно осуществить за счет внедрения научно обоснованных систем земледелия. В связи с обострением экологической ситуации в агропромышленном комплексе Украины необходимость решения данной проблемы не подлежит сомнению, а научно обоснованные системы обработки почвы и удобрения должны обеспечивать сохранение плодородия почв и защиту их от эрозионных и деградационных процессов при экономном расходовании техногенных ресурсов.

Поэтому совершенствование существующих, экономическое и энергетическое обоснование новых способов и систем основной обработки почвы в короткороотационных севооборотах на орошаемых землях, является актуальным и требует углубленных экспериментальных исследований.

Многие ученые утверждают, что современная система обработки почвы должна базироваться на принципах минимизации [2, 5, 6, 7, 8]. В то же время вопрос о применении минимальных систем основной обработки почвы в земледелии до сих пор остается дискуссионным, и одна из причин этого – противоречивость данных о его влиянии на агрофизические свойства, питательный режим, фитосанитарное состояние, а также продуктивность выращиваемых сельскохозяйственных культур. С одной стороны, минимальная обработка позволяет сократить производственные затраты на 15-20%, в том числе расходы топлива на 30-35%, повысить производительность труда на 25-30%, защитить почву от ветровой и водной эрозии, деградации, повысить содержание органического вещества в верхнем слое (0-10 см) и обеспечить одинаковую урожайность сельскохозяйственных культур, в сравнении с традиционной вспашкой. Одновременно – необоснованное применение мелкой (12-16 см) и поверхностной (6-8 см) основной обработки с длительным применением орудий дискового типа вызывает резкое повышение плотности сложения и уменьшение пористости почвы, что приводит к ухудшению водопроницаемости и снижению запасов

продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы за счет стока воды от атмосферных осадков и орошения. Концентрация семян сорняков в поверхностном слое способствует росту засоренности посевов, повышению уровня повреждения растений болезнями и вредителями, что приводит к необходимости повышения пестицидной нагрузки на агроценозы и дополнительным финансовым расходам [1, 3].

Материалы и методы исследования. В стационарном полевом опыте отдела орошаемого земледелия на землях опытного поля Института орошаемого земледелия НААН Украины в течение 2011-2015 гг. в 4-польном звене плодосменного севооборота на Ингулецкой оросительной системе изучалось пять систем основной обработки почвы, которые отличались между собой глубиной рыхления, затратами невозобновляемой энергии на их выполнение, а также испытывалось две системы органо-минерального удобрения.

Фактор А (обработка почвы):

1. Система разноглубинной отвальной обработки;
2. Система разноглубинной безотвальной обработки;
3. Система одноглубинной мелкой дисковой обработки;
4. Система дифференцированной обработки почвы с одним щелеванием на 38-40 см за ротацию севооборота;
5. Система дифференцированной обработки почвы в севообороте с одной вспашкой на 28-30 см за ротацию.

Фактор В (фон минерального питания с использованием на удобрение всей побочной продукции сельскохозяйственных культур севооборота):

1. Внесение на 1 га севооборотной площади $N_{75}P_{60}$;
2. Внесение на 1 га севооборотной площади $N_{97,5}P_{60}$.

Почва опытного поля темно-каштановая среднесуглинистая с низкой обеспеченностью нитратами и средней – подвижным фосфором и обменным калием, содержание гумуса в слое 0-30 см – 2,25%.

Закладка вариантов опыта по основной обработке проводилась следующим образом:

вспашка – плугом лемешным ПЛН-5-35; чизельное рыхление – чизельным глубокорыхлителем ГРНФ-4м и ЧГ-40-02; дисковая мелкая обработка (12-16 см) – тяжелой дисковой бороной БДВП-4,2; дисковая поверхностная обработка (6-8 см) – легкой дисковой бороной БДЛП-4 с катками.

Агротехника выращивания сельскохозяйственных культур в севообороте была общепринятой для орошаемых земель южной Степи, кроме изучаемых факторов.

В течение вегетации влажность почвы в слое 0-40 см поддерживалась на уровне 75% НВ.

Учитывая то, что на современном этапе развития систем земледелия в Украине производство продукции должно согласовываться с экономической и энергетической эффективностью, нами осуществлен тщательный учет материальных, трудовых, технических и отдельных природных ресурсов с использованием не только количественной и стоимостной, но и энергетической оценки каждой технологической операции и технологий выращивания сельскохозяйст-

венных культур, которые базировались на разных системах основной обработки почвы и удобрения. С целью выявления экономической и энергетической эффективности определяли общие расходы средств и совокупной энергии на их технологии выращивания. Стоимость валовой продукции рассчитывали по биржевым закупочным ценам, сложившимся на момент реализации продукции. Оценку энергоемкости продукции проводили в соответствии с общепринятыми методиками и методическими рекомендациями [4, 9, 10].

Результаты исследования. Под влиянием исследуемых нами систем обработки почвы и удобрения происходили изменения агрофизических свойств, питательного режима почвы и фитосанитарного состояния посевов, что способствовало созданию различных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур, формирования урожая и получения продукции разного качества. Они существенно влияли на производительность труда, расходы невозобновляемой, как материализованной, так и антропогенной энергии. При систематическом проведении под все культуры севооборота мелкой одноглубинной и разноглубинной системы основной обработки без оборота пласта расходы на их проведение были ниже по сравнению с системой разноглубинной вспашки, соответственно на 63,2 и 40,5%. Дифференцированные по способам и глубине системы основной обработки почвы обеспечили уменьшение энергетических затрат на 8,0 и 24,5%.

Технологические процессы в интенсивных технологиях выращивания сельскохозяйственных культур севооборота, основанные на применении почвозащитных, энергосберегающих способов и приемов основной обработки почвы, тесно связаны между собой в целостный технологический комплекс. При этом каждая технологическая операция обеспечивает высокую эффективность при условии, что предыдущая была проведена в оптимальные сроки и на высоком агротехническом уровне.

Основной технологической операцией, на которой базируются технологии выращивания сельскохозяйственных культур в севооборотах на орошаемых землях, является основная обработка, то есть та сплошная обработка, которая проводится на максимальную глубину. В структуре затрат на выращивание она занимает от 2 до 10%, но от нее во многом зависит продуктивность большинства сельскохозяйственных культур.

Оценивая эффективность низкозатратных – мелкой и разноглубинной безотвальной систем основной обработки почвы в севообороте, необходимо отметить, что обеспечив существенную экономию затрат на их выполнение, они мало влияли на общие расходы денежных средств и энергии в технологии выращивания сельскохозяйственных культур в целом. Так, если при системе разноглубинной основной обработки почвы с оборотом пласта (вариант 1, контроль) расходы на технологии выращивания составляли 8,5 тыс. грн. в расчете на гектар севооборотной площади, то при системе разноглубинной обработки без оборота пласта (вариант 2) и дифференцированной 1 с одним щелеванием за ротацию (вариант 4), а также дифференцированной 2 с одной вспашкой за ротацию севооборота они снизились до 8,4 тыс. грн. или на 1,2%. При одноглу-

бинной мелкой безотвальной системе основной обработки (вариант 3) расходы сократились на 2,4%.

Увеличение дозы внесения удобрений до $N_{97,5}P_{60}$ кг/га севооборотной площади обеспечило повышение урожайности всех культур севооборота, одновременно закономерность, которая наблюдалась при внесении дозы $N_{75}P_{60}$ (контроль) сохранилась.

Повышение дозы азотных удобрений под ячмень озимый до N_{90} , кукурузу на зерно до N_{180} и обработка семян сои инокулянтом ризогумин и АБМ (система удобрения 2) способствовало росту продуктивности культур на 15,1% зерновых и на 16,4% кормовых единиц.

Замена отвальной, безотвальной разноглубинной и дифференцированной по способам и глубине обработки почвы на систематическое мелкое рыхление (вариант 3) привела к снижению продуктивности до 5,19 т з.ед. и 5,21 т к.ед. в системе удобрения 1. В системе удобрения - 2 соответственно – до 6,03 з.ед. и 6,11 к.ед. По производству валовой продукции в расчете на один гектар севооборотной площади система разноглубинной вспашки обеспечила валовую прибыль на уровне 16,9 тыс. грн., в варианте дифференцированной 1 системы основной обработки он был ниже и составлял 16,7 тыс. грн. с одинаковым уровнем рентабельности 98,8%. Наиболее низкой окупаемость затрат на технологии выращивания сельскохозяйственных культур в севообороте на орошении была при одноглубинной мелкой безотвальной системе обработки, где уровень рентабельности составил 55,4% (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность 4-польного звена плодосменного севооборота при различных системах основной обработки почвы и удобрения, т/га (среднее за 2011-2015 гг.)

Система основной обработки почвы	Доза удобрений	Культура				Среднее	
		ячмень озимый	соя	кукуруза на зерно	соя	к.ед.	з.ед.
Отвальная разноглубинная	$N_{75}P_{60}$	3,83	3,09	11,79	3,24	6,71	6,64
	$N_{97,5}P_{60}$	4,29	3,43	14,32	3,46	7,82	7,65
Безотвальная разноглубинная	$N_{75}P_{60}$	3,68	2,99	11,47	3,03	6,48	6,39
	$N_{97,5}P_{60}$	4,21	3,32	13,93	3,21	7,53	7,35
Безотвальная разноглубинная	$N_{75}P_{60}$	3,41	2,23	9,5	2,32	5,31	5,18
	$N_{97,5}P_{60}$	3,82	2,51	11,58	2,54	6,22	6,01
Дифференцированная 1	$N_{75}P_{60}$	3,67	3,02	11,98	3,06	6,64	6,55
	$N_{97,5}P_{60}$	4,15	3,40	14,72	3,31	7,82	7,62
Дифференцированная 2	$N_{75}P_{60}$	3,46	2,62	11,96	2,62	6,30	6,12
	$N_{97,5}P_{60}$	4,07	2,93	14,27	2,88	7,31	7,05

Увеличение дозы внесения минеральных удобрений до $N_{97,5}P_{60}$ кг/га севооборотной площади обеспечило повышение урожайности всех культур севооборота, и соответственно возросло и производство валовой продукции, ее стоимость и уровень рентабельности. За счет внесения дополнительной дозы

азотных удобрений расходы на технологию увеличились на 0,9 тыс. грн./га, или на 9,4-9,6% (таблица 2).

Таблица 2 – Экономическая эффективность технологий выращивания сельскохозяйственных культур в севообороте на орошении при различных системах обработки почвы и удобрения (среднее за 2011-2015 гг.)

Система обработки почвы	Показатель эффективности		
	Затраты на технологию, тыс.грн./га	Стоимость валовой продукции, тыс. грн./га	Уровень рентабельности, %
Система удобрения 1 с внесением N ₇₅ P ₆₀ кг д.в. /га			
Разноглубинная отвальная	8,5	16,9	98,8
Разноглубинная безотвальная	8,4	16,2	92,9
Одноглубинная мелкая безотвальная	8,3	12,9	55,4
Дифференцированная 1	8,4	16,7	99,8
Дифференцированная 2	8,4	15,4	83,3
Система удобрения 2 с внесением N _{97,5} P ₆₀ кг д.в. /га			
Разноглубинная отвальная	9,4	19,3	107,5
Разноглубинная безотвальная	9,3	18,5	101,1
Одноглубинная мелкая безотвальная	9,2	14,9	63,7
Дифференцированная 1	9,3	19,3	109,8
Дифференцированная 2	9,3	17,7	92,4

Увеличение производства валовой продукции при дозе N_{97,5}P₆₀ по сравнению с дозой внесения N₇₅P₆₀ кг/га отмечено в варианте разноглубинной основной обработки почвы с оборотом пласта – 14,2%, в то время как в варианте дифференцированной 1 и одноглубинной мелкой оно было в пределах 15,5 и 15,6%.

Самый высокий уровень рентабельности в расчете на один гектар севооборотной площади при повышенной дозе внесения азотного удобрения соответствовал варианту дифференцированной 1 системы основной обработки почвы – 109,8%, в то время как в контроле его уровень составил 107,5%, а при системе одноглубинной мелкой обработки он снизился до 63,7%.

Оценка продуктивности севооборота по выходу валовой продукции в энергетических показателях при применении системы удобрения 2 свидетельствует о том, что она увеличилась в зависимости от способов, систем и глубины основной обработки почвы на 19,0-21,6 ГДж/га, или на 15,8-17,7% с такой же закономерностью, как и в севообороте с системой удобрения 1.

Затраты совокупной энергии на формирование урожая в расчете на гектар севооборотной площади при применении системы удобрения 1 в варианте разноглубинной вспашки составили 37,8 ГДж, в варианте разноглубинного безотвального рыхления 36,4 ГДж, при одноглубинном мелком 35,2 ГДж. При дифференцированных системах обработки соответственно 36,1 и 35,9 ГДж. Приме-

нение системы удобрения 2 привело к увеличению расходов на технологии выращивания за счет повышения дозы внесения азотного удобрения на 2,4-2,6%. Продуктивность звена плодосменного севооборота с системой удобрения 1 по выходу валовой энергии в варианте дифференцированной 1 системы обработки почвы составила 105,43 ГДж/га, т.е. была на уровне с системой разноглубинной отвальной обработки, где она составила 105,42 ГДж/га.

В вариантах с применением разноглубинной безотвальной и дифференцированной 2 основной обработки этот показатель был в пределах 100,34-103,8 ГДж/га, или уменьшился по сравнению с дифференцированной 1 системой обработки почвы на 8,3%, а в варианте безотвальной мелкой обработки уровень продуктивности снизился до 84,81 ГДж/га, или на 23,2% (таблица 3).

Таблица – 3 Энергетическая эффективность технологии выращивания сельскохозяйственных культур при различных системах обработки почвы и удобрения (среднее за 2011-2015 гг.)

Система обработки почвы	Показатель эффективности		
	Затраты энергии, ГДж/га	Выход валовой энергии, ГДж/га	Энергетический коэффициент
Система удобрения 1 с внесением N ₇₃ P ₆₀ кг д.в. /га			
Разноглубинная отвальная	37,8	105,42	2,8
Разноглубинная безотвальная	36,4	103,8	2,8
Одноглубинная мелкая безотвальная	35,2	84,81	2,4
Дифференцированная-1	36,1	105,43	2,9
Дифференцированная -2	35,9	100,34	2,8
Система удобрения -2 с внесением N _{97,5} P ₆₀ кг д.в. /га			
Разноглубинная отвальная	38,7	124,37	3,2
Разноглубинная безотвальная	37,3	119,84	3,2
Одноглубинная мелкая безотвальная	36,1	99,18	2,7
Дифференцированная-1	37,0	124,36	3,4
Дифференцированная -2	36,8	116,46	3,2

Сравнивая энергетический коэффициент (соотношение между энергией в полученном урожае и затраченной в технологическом цикле его выращивания) можно сделать вывод, что наименьшей окупаемостью затрат на технологию выращивания на фоне двух систем удобрения была при мелкой одноглубинной безотвальной обработке почвы. Так, при системе удобрения 1 энергетический коэффициент составил 2,4, а при системе удобрения 2 он увеличился до 2,7, в то время как при дифференцированной 1 обработке почвы (вариант 4) он имел максимальное значение и составил 2,9 и 3,4 соответственно или увеличился на 20,8 и 25,9%.

По разноглубинной отвальной, безотвальной и дифференцированной-2 системам основной обработки энергетический коэффициент на фоне системы

удобрения 1 составил 2,8, а при системе удобрения 2 он увеличился до 3,2, что по сравнению с дифференцированной 1 меньше соответственно на 3,4 и 5,9%.

Выводы

Использование на удобрение всей побочной продукции сельскохозяйственных культур и внесение на гектар севооборотной площади $N_{97,5}P_{60}$ с обработкой семян сои ризогумином на фоне применения дифференцированной по способам и глубине системы основной обработки обеспечило получение валовой продукции на уровне 19,3 тыс. грн./га с уровнем рентабельности 109,8% и энергетическим коэффициентом 3.

Литература

1. Гангур, В.В. Особливості заур'яженості посівів і ґрунту в сівозмінах з короткою ротацією / В. В. Гангур, І. П. Браженко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2005. – № 2. – С. 40-42.
2. Єщенко, В.О. Мінімізація механічного обробітку / В. О. Єщенко // Карантин і захист рослин. – 2008. – № 10. – С. 15-17.
3. Ильясов, М.М. Засоренность посевов в зависимости от систем основной обработки почвы / М. М. Ильясов, А. Х. Яппаров // Плодородие. – 2010. – № 2. – С. 48-49.
4. Kovalenko, A. Increasing aridity climate of southern steppe of Ukraine. *Its effects and remedies*: 3rd UNCCD Scientific Conference (Cancun, 9-12 March 2015). Mexico: Book of Abstracts, 2015. – P. 293-294.
5. Медведев, В.В. Перспективы минимализации обработки почвы в Украине / В.В. Медведев // Агроном. – 2007. – № 4. – С. 134-141.
6. Мінімізація обробітку ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур / [І.А. Пабат, М.С. Шевченко, А.І. Горбатенко, А.Г. Горобець] // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 1. – С. 11-14.
7. Минимизация глубокой и мелкой основной обработки почвы / А.Н. Власенко [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2011. – №1. – С. 11-17.
8. Томашова, О.Л. Мінімізація обробітку чорнозему південного в Криму в умовах зрощення: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.01 / Томашова Ольга Леонідівна; Нац. аграр. ун-т. – К., 2006. – 19 с. 33572-А
9. Економічна та енергетична оцінка сівозмін для господарств різної спеціалізації: [метод. реком.]. – Самчики, 2009. – 24 с. 451765-В
10. Енергетична оцінка систем землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур: [метод. реком.]. – К.: Нора-прінт, 2001. – 59 с.

ENERGETIC AND ECONOMIC EFFECTIVENESS OF CROP CULTIVATION TECHNOLOGIES IN DIFFERENT SYSTEMS OF BASIC TILLAGE AND FERTILIZING IN IRRIGATED ROTATION OF THE SOUTH OF UKRAINE

E.E. Markovskaya, N.P. Malyarchuk, I.N. Belyaeva, A.S. Malyarchuk

The article states the results of the experimental research conducted in the Institute of Irrigated Agriculture of NAASU on the influence of basic tillage and fertilizing on the crop yield as well as economic and energetic effectiveness of cultivation technologies. Presented is economic and energetic evaluation of the methods and depth of basic tillage for rotation crops. Developed are economically and energetically substantiated systems of tillage, zero tillage and differential tillage for four course row rotations on irrigated lands of the south of Ukraine on the background of two systems of organic and mineral fertilizing.