

УДК 633.835:(631.874+631.8+631.445)

**ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ СИДЕРАТА
НА УРОЖАЙНОСТЬ МАСЛОСЕМЯН ОЗИМОГО РАПСА
НА ТОРФЯНО-МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВАХ ПОЛЕСЬЯ**

Н.Н. Семененко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
РУП «Институт почвоведения и агрохимии»
г. Минск, Беларусь

Е.В. Каранкевич, кандидат сельскохозяйственных наук
РУП «Институт мелиорации»
г. Минск, Беларусь

Н.М. Авраменко, кандидат технических наук
Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства,
Лунинецкий район, Брестская область, Беларусь

Аннотация

В статье представлены результаты исследований комплексного влияния предшественника, способы основной обработки почвы и системы удобрений, регуляторы роста на урожайность маслосемян озимого рапса, возделываемого в звене кормового севооборота на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья. Выявлено, что на фоне последствий сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной при поверхностном дисковании и внесении сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений, а также внесении в подкормку меди и бора, экосила или гумата урожайность маслосемян озимого рапса достигает 45 ц/га, а прибыль составляет до 600 \$/га.

Ключевые слова: сидерат, маслосемена, озимый рапс, урожайность, торфяно-минеральные почвы, Полесье

Abstract

N.N. Semenenko, E.V. Karankevich, N.M. Avramenko

FERTILIZING SYSTEM AND GREEN MANURE AFFECT PRODUCTIVITY OF OILSEED OF WINTER RAPE GROWING ON PEAT MINERAL SOILS IN POLESYE REGION

The article presents how previous crop affects present one, main cultivating and fertilizing methods are described, growth regulators of oilseed yield of winter rape are given in the case of fodder crop rotation on anthropologically transformed peat soils of Polesye region. It is found that oilseed yield of winter rape increases by 45centner per ha and profit is about 600 \$ per ha due to aftereffect of green mature of oil radish (protective crop) and surface disking with fertilizing what is balanced according to crop removal and includes copper, boron, humate and ecosil.

Keywords: green mature, oilseed, winter rape, yield, peat-mineral soils, Polesye

Введение

Озимый рапс в Беларуси является важнейшей масличной продовольственной, кормовой и технической культурой. За последние 15 лет его посевные площади увеличились более чем в четыре раза и в настоящее время составляют около 400 тыс. га. В отдельных сельхозпредприятиях посевные площади этой культуры занимают до 10 % пашни. Актуальность увеличения валовых сборов маслосемян озимого рапса обусловлена постоянно растущим спросом на растительные масла как на внутреннем, так и внешнем рынках.

Озимый рапс высевается во всех регионах страны. Однако в юго-западном регионе вероятность его лучшей перезимовки выше, особенно при возделывании на плодородных дерново-подзолистых легко- и среднесуглинистых почвах. Из-за неустойчивого водного режима считаются

непригодными для возделывания этой культуры антропогенно-преобразованные торфяные почвы [1,2], используемые в аграрном секторе зоны Полесья, площади которых занимают около 700 тыс.га. [3]. Эти почвы значительно отличаются от минеральных содержанием органического вещества и азота, водно-физическими, биологическими и агрохимическими свойствами. Однако стремясь получить экономической выгоду, сельхозпредприятия Полесья пренебрегают рекомендациями и используют такие земли для возделывания озимого рапса на маслосемяна. Например, в 17 районах этой зоны, с большим удельным весом в структуре пахотных земель органогенных почв, посевные площади этой культуры составляют около 60 тыс. га. Поэтому и на землях агроторфяных комплексов с различным гидрологическим и пищевым режимами важна разработка высокоэффективных агротех-

нических приемов возделывания озимого рапса на маслосемена.

В последние годы в системе мер, направленных на повышение урожайности озимого рапса, возделываемого на минеральных почвах, важная роль отводится подбору предшественника, способу основной обработки почвы, оптимизации его минерального питания и др. [1, 4, 5 и др.]. В частности, не рекомендуется возделывать озимый рапс после зерновых культур и при поверхностной обработке почвы. Также для повышения урожайности зерновых, кукурузы и других культур [6-8 и др.] все шире применяются микроэлементы и регуляторы роста, позволяющие полнее реализовывать потенциальные возможности их сортов.

При ведении земледелия на антропогенно-преобразованных торфяных почвах особое значение имеет внедрение приемов, направленных на снижение потерь ОВ. В связи с этим научный и практический интерес представляют результаты исследований по оценке эффективности использования последействия сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной при поверхностной обработке почвы перед севом озимого рапса. Однако подобные исследования с культурой озимого рапса на антропогенно-преобразованных торфяных почвах не известны.

Цель исследований – оценить последствие сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной, влияние способов основной обработки почвы, систем применения удобрений и регуляторов роста на урожайность и экономическую эффективность возделывания озимого рапса на маслосемена на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья.

Объекты и методы исследований

Экспериментальные полевые исследования проводились в 2013-2014 гг. на территории Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства на антропогенно-преобразованных торфяных почвах, подстилаемых песком с глубины 35-45 см. Агрохимическая характеристика почвы (A_n) опытного поля: содержание органического вещества – 20-22 %; рН в КСl – 5,7-5,9; доступные растениям соединения (в 0,2 М уксусной кислоте): азот – 98 (низкое); P_2O_5 – 87 (низкое); K_2O – 513 (среднее) кг/га [9]. Подвижные

формы (в 0,2 М. НСl) P_2O_5 – 376 (среднее) и K_2O – 399 (среднее), CuO – 5,6 (среднее) и ZnO – 8,1 (низкое) мг/кг почвы.

Исследования с озимым рапсом проводились в звене культур кормового севооборота: однолетние травы (пелюшко-овсяная смесь, поукосно редька масличная) – кукуруза на силос – ячмень – озимый рапс, пожнивнопелюшко-овсяная смесь на двух фонах последействия редьки масличной и двух способов обработки почвы:

1. базовый вариант – поукосные посевы редьки масличной используются на зеленый корм, а пожнивно-корневые остатки заделываются под зяблевую вспашку на глубину 20-22 см под кукурузу. Под ячмень и озимый рапс проводилась зяблевая вспашка;

2. поукосные посевы редьки масличной используются как сидерат в виде кулисной культуры, осенняя обработка почвы не проводится. Посевы растений редьки масличной, оставленные на зиму в качестве кулисной культуры, за зимний период отмирают. Весной при созревании почвы они заделываются в почву дискатором БДТ-7,2 на глубину 10-12 см. При этом растительные остатки кулисной культуры продолжают сохранять почвозащитную функцию в виде мульчи после посева кукурузы. Под ячмень и озимый рапс соответственно после уборки кукурузы и ячменя проводится поверхностное дискование БДТ-7,2 на глубину 10-12 см в 2 следа, изучается последствие сидерата в виде кулисной культуры редьки.

На фоне разных предшественников и способов основной обработки почвы на посевах озимого рапса исследовались следующие варианты систем применения удобрений (таблица 1):

1. Без удобрений;

2. Базовая – $N_{165}P_{120}K_{160}$ (доза азота рассчитывалась на возмещение выноса с урожаем 45 ц/га маслосемян, а фосфора и калия – на возмещение выноса и повышение плодородия почвы: P_2O_5 – 150 % и K_2O – 130 % к выносу);

3. Ресурсосберегающая – $N_{135}P_{90}K_{120}$ (доза азота определялась по выносу и корректировалась с учетом содержания N мин. в почве, компенсация выноса РК по 110 %);

4. Вариант 3 + (ЭлеГум-Медь+ ЭлеГум-Бор + Экосил);

5. Вариант 3 + (ЭлеГум-Бор + Гуматы).

Таблица 1 – Схема применения удобрений под озимый рапс

СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ	ВНЕСЕНИЕ УДОБРЕНИЙ		
	Основное	Подкормки	
		1 ^{*)}	2 ^{**)}
1. Без удобрений	-	-	-
2. N₁₆₅P₁₂₀K₁₆₀	N ₄₅ P ₁₂₀ K ₁₆₀	N ₁₂₀	-
3. N₁₃₅P₉₀K₁₂₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₉₀	-
4. Вариант 3 + (ЭлеГум - Си, В, Экосил)	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₉₀	N ₃₀ + (ЭлеГум - Си, В, Экосил)
5. Вариант 3 + (ЭлеГум- В, Гуматы)	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₉₀	N ₃₀ + (ЭлеГум - В, Гуматы)

Примечание: *) 1 – ранневесенняя; **) 2 – через 2,5 недели (16-18 суток)

Дозы удобрений рассчитывались на получение урожайности маслосемян рапса в объеме 45 ц/га. Под посев озимого рапса внесены удобрения в соответствии со схемой опыта, заделаны дисками БДТ-7. Затем почва была прикатана и посеян озимый рапс сорт «Зорны» на маслосемена. Норма высева – 1 млн. всхожих зерен на гектар. Опыт закладывался в 4-х кратном повторении, общая площадь деланки – 24 м².

Формы удобрений: сернокислый аммоний, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий; микроэлементы в хелатной форме: ЭлеГум-Медь, ЭлеГум-Бор из расчета 2,0 л/га и регуляторы роста: Экосил (0,1 л/га) и Гуматы – (2 л/га).

Весной по мере созревания почвы проведена первая подкормка посевов озимого рапса азотными удобрениями в дозах: вариант 2 – N₁₂₀, варианты 3-5 – N₉₀. В вариантах 4, 5 перед бутонизацией растений проведена вторая азотная подкормка в дозе N₃₀ в виде водного раствора мочевины совместно с ЭлеГум-Си, В + Экосил или ЭлеГум-В+ Гуматы. Объем рабочего водного раствора 300 л/га. На посевах озимого рапса также проведена химическая обработка растений от рапсового цветоеда и скрытнохоботника. В целом применялась агротехника возделывания озимого рапса, рекомендуемая для зоны Полесья на аналогичных почвах.

Погодные условия различались по годам исследований и были контрастными по этапам органогенеза растений, что повлияло на формирование урожайности озимого рапса. В апреле-мае 2013 года погода была сырая и холодная. Температура почвы в апреле в среднем составила – +2 °С, достигая в отдельные ночи до – +7-13 °С. В первой декаде мая и 3-ей июня на почве были заморозки до - 5 °С. В

мае-июне 2013 года гидрологический режим в зоне Полесья был крайне неблагоприятным для формирования урожайности озимого рапса. Посевы этой культуры были угнетены от избытка влаги. В то же время во второй половине июня и июле температура воздуха превышала среднюю многолетнюю, часто достигая + 30 °С и более. Это способствовало ускоренному созреванию растений, получению щуплого зерна и интенсивному росту сорной растительности, особенно куриного проса. В условиях же 2014 года в апреле, июне и июле отмечался недостаток осадков и влаги в почве, наличие высокой температуры в июне привело к преждевременному усыханию стручков и растений рапса и снижению ожидаемой урожайности.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследований, приведенные в таблице 2, показывают, что в целом урожайность озимого рапса в 2013-2014 гг. была примерно на одном уровне. За два года исследований урожайность маслосемян рапса в варианте без внесения удобрений при разных способах основной обработки почвы и предшественниках составила в среднем 27,2 ц/га.

Применение сбалансированных по выносу доз удобрений (вариант 3) на фоне вспашки и последствий корне-пожнивных остатков обеспечивает повышение урожайности маслосемян рапса до 38,5 ц/га в среднем за 2 года. Прибавка к контролю составила 12,1 ц/га или 44 %. При этом окупаемость удобрений составила 3,5 кг семян на 1 кг NPK. Внесение же более высоких доз удобрений базового варианта 2 имело тенденцию к снижению урожайности семян по сравнению с вариантом 3: на фоне зяблевой вспашки на 0,8 ц/га. При этом окупаемость удобрений снизилась до 2,5 кг семян на 1 кг NPK

Таблица 2 – Урожайность маслосемян озимого рапса при применении различных агротехнологических приемов его возделывания

СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ	Урожайность семян, ц/га			Прибавка от НРК		ОКУПАЕМОСТЬ 1 кг НРК, кг семян
	2013 г.	2014 г.	среднее	ц/га	%	
Вспашка (0-20 см), последствие пожнивно-корневых остатков						
1. Без удобрений	25,5	28,9	27,2	-	-	-
2. N ₁₆₅ P ₁₂₀ K ₁₆₀	37,0	40,0	38,5	11,3	42	2,5
3. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₂₀	38,0	40,5	39,3	12,1	44	3,5
4. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₂₀ + Cu, В + Экосил	39,9	42,9	41,4	14,2	52	4,1
НСР ₀₅	1,3	1,7	х	х	х	х
Дискование (10-12 см), последствие сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной						
1. Без удобрений	25,6	28,8	27,2	-	-	-
2. N ₁₆₅ P ₁₂₀ K ₁₆₀	39,2	40,7	40,0	12,8	47	2,9
3. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₂₀	41,6	42,1	41,9	14,7	54	4,3
4. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₂₀ +Cu, В + Экосил	45,2	46,6	45,9	18,7	69	5,4
5. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₂₀ + В+ Гуматы	44,4	45,8	45,1	17,9	66	5,2
НСР ₀₅	1,8	2,1	х	х	х	х

или на 29 %. Более высокие дозы азотных удобрений (N₁₆₅) базового варианта при недостатке содержания влаги в почве привели к избыточному росту вегетативной массы озимого рапса, образованию более мелких стручков, снижению фертильности пыльцы и завязываемости семян.

За счет комплексного применения сбалансированных по выносу доз удобрений, дробного внесения азота, микроэлементов и регуляторов роста самая высокая урожайность за 2 года на фоне зяблевой вспашки составила 41,4 ц/га. В этом варианте системы удобрения в сравнении с контролем урожайность повышается на 52 %. При этом прибавка урожайности от микроудобрений и регуляторов роста в среднем за 2 года достигает 2,1 ц/га.

Данные, приведенные в таблице 2, показывают, что на фоне последствие сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной и поверхностного дискования почвы урожайность озимого рапса по всем вариантам систем применения удобрения повышается в сравнении с фоном вспашки в пределах 1,5-4,5 ц/га. Особого внимания заслуживает вариант комплексного применения сбалансированных доз удобрений по выносу с учетом содержания в почве доступных растениям соединений элементов питания, корректировке дозы азота

на содержание его в почве и дробного внесения с добавлением микроэлементов, гуматов и экосила (варианты 4, 5). В этих вариантах в сравнении с контролем урожайность повышается на 66-69 %, достигая уровня 45,1-45,9 ц/га. При этом окупаемость удобрений прибавкой урожая маслосемян достигает 5,2-5,4 кг /1 кг НРК, что на 32 % больше, чем на фоне вспашки.

При разработке технологии возделывания озимого рапса на дегроторфяных почвах наряду с агрономической большое значение имеет оценка экономической целесообразности проведения тех или иных исследуемых технологических приемов. Результаты исследований показывают (таблица 3), что при базовой технологии возделывания озимого рапса в кормовом севообороте (зяблевая вспашка, применение доз удобрений из расчета возмещения выноса элементов питания с урожаем и повышения плодородия почвы и последствие корне-пожнивных растительных остатков редьки масличной) прибыль составляет 282 \$/га при себестоимости 197 \$/т. На фоне последствие предшественника, благодаря применению элементов питания и корректировке дозы азота с учетом содержания этого элемента в почве, прибыль от производства маслосемян рапса увеличивается до 386 \$/га или на 37 % по сравнению с

Таблица 3 – Экономическая эффективность производства маслосемян рапса на фоне последствий разных способов обработки почвы, предшественника и систем применения удобрений (среднее за 2 года)

СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ	Урожайность семян, ц/га,	Стоимость	Затраты	Прибыль	СЕБЕСТОИМОСТЬ, \$/т
		\$/га			
Вспашка (0-20 см), последствие пожнивно-корневых остатков					
1. N ₁₆₅ P ₁₂₀ K ₁₆₀	38,5	1040	758	282	197
2. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₂₀	39,3	1061	675	386	172
3. Вариант 2 + ЭлеГум Cu, B, Экосил	41,4	1118	699	419	169
Дискование (10-12 см), последствие сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной					
1. N ₁₆₅ P ₁₂₀ K ₁₆₀	40,0	1080	676	404	169
2. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₂₀	41,9	1131	598	533	143
3. Вариант 2 + ЭлеГум Cu, B, Экосил	45,9	1239	629	610	137
4. Вариант 2 + ЭлеГум B, Гумат	45,1	1218	625	593	139

базовым вариантом технологии. Более высокая прибыль получена при комплексном применении сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений, микроэлементов и БАВ, которая на фоне последствий вспашки составляет 419 \$/га или на 48 % превышает базовый вариант системы удобрения.

Наиболее высокие уровни урожайности (45,1-45,9 ц/га) и прибыли (593-610 \$/га) при более низкой себестоимости (137-139 \$/т) получены в исследованиях при так называемой инновационной технологии возделывания озимого рапса, включающей поверхностную обработку почвы, последствие сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной и комплексное применение сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений, корректировку дозы азота с учетом запаса в почве его минеральных соединений, микроэлементов и биологически активных веществ. Только за счет последствия сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной и сокращения затрат на обработку почвы дополнительная прибыль составила 116-191 \$/га. За счет применения микроэлементов и биологически активных веществ прибыль увеличилась ещё на 60-77 \$/га).

Выводы

1. В результате проведенных исследований впервые установлено, что от зяблевой вспашки торфяно-минеральной, подстилаемой песком почвы не

зависит урожайность маслосемян озимого рапса. Она не является эффективнее поверхностной обработки почвы дискованием на глубину 10- 12 см. На фоне вспашки внесение более высоких доз удобрений базового варианта не имеет преимуществ по урожайности маслосемян озимого рапса в сравнении с полученной по варианту внесения сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений, корректировке дозы азота с учетом запаса его в почве. При внесении повышенных доз удобрений их окупаемость прибавкой урожая снижается на 29 %.

2. При комплексном применении сбалансированных по выносу доз удобрений, дробном внесении азота, микроэлементов и регуляторов роста на фоне зяблевой вспашки урожайность маслосемян повысилась до 41,4 ц/га, что на 8 % выше базового варианта. При этом прибавка урожайности от микроудобрений и регуляторов роста в среднем за 2 года достигает 2,1 ц/га. По этому варианту системы применения удобрений получена достаточно высокая прибыль, которая на фоне последствия вспашки составляет 419 \$/га. Это значительно выше показателей базовой технологии возделывания озимого рапса.

3. На фоне последствия сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной при внесении сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений, корректировке дозы азота с учетом запаса его в

почве и внесении в подкормку микроэлементов и биологически активных веществ обеспечивается получение урожайности маслосемян озимого рапса на уровне 45 ц/га и прибыли до 600 \$/га, что соответственно на 17 % превышает показатель базовой технологии. При этом себестоимость производства маслосемян достигает 137 \$/т, что на 30 % ниже базовой технологии.

4. Возделывание в кормовом севообороте редьки масличной в качестве кулисной культуры, проведение поверхностного рыхления почвы

(глубина 10-12 см) в качестве основной обработки и внесение дифференцированных доз минеральных удобрений, определяемых на планируемую урожайность с учетом результатов новых методов почвенной диагностики, применение в подкормку микроэлементов и биологически активных веществ может служить основой почвозащитной ресурсосберегающей технологии возделывания озимого рапса на маслосемена на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пилюк, Я.Э. Технология возделывания сортов озимого и ярового рапса качества «канола» на маслосемена: рекомендации / Я.Э. Пилюк, О.А. Пикун, В.В. Зеленьяк. – Жодино, 2010. – С. 41.
2. Лапа, В.В. Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур: рекомендации / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 64 с.
3. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие /Под. ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смеяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.
4. Применение комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений под озимый рапс: рекомендации/ РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси». – Минск, 2006. – 24 с.
5. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 390 с.
6. Семененко, Н.Н. Влияние биологически активных веществ на урожайность и качество корнеплодов моркови и столовой свеклы / Н.Н. Семененко, Т.А. Воробьева, М.И. Завадская // Актуальные проблемы агрономии и пути их решения: материалы междунар. конф. – Горки, 2005.
7. Семененко, Н.Н. Адаптивная система комплексного применения удобрений и других средств интенсификации возделывания зерновых культур на антропогенно-преобразованных торфяных почвах: методические рекомендации / Н.Н. Семененко, С.В. Сорока, А.В. Семенченко. – Минск, 2010. – 62 с.
8. Семененко, Н.Н. Влияние способов основной обработки дегроторфяной почвы и систем удобрения на урожайность зеленой массы кукурузы. / Н.Н. Семененко, Е.В. Каранкевич, Н.М. Авраменко // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 5 – С.13-17.
9. Семененко, Н. Н. Методы определения содержания доступных растениям соединений азота, фосфора и калия в деградированных торфяных почвах / Н. Н. Семененко, В. А. Журавлев. – Минск, 2005. – 24 с.

Поступила 8.08.2016 г.