

10. Учеты, наблюдения, анализы, обработка данных в опытах с плодовыми и ягодными растениями: методические рекомендации / Уманский с.-х. ин-т. – Умань: [б. и.], 1987. – 115 с.

УДК 631.895 : 633. 853.494 “324”

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОГО РАПСА

С. И. Юргель, Е. Б. Лосевич, В. В. Кислый, Т. Г. Синевич

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** озимый рапс, органоминеральные удобрения, удобрения на основе гуминовых кислот, маслосемена, урожайность, структура урожая, сырой жир, сырой белок, эффективность.*

***Аннотация.** В статье представлены результаты влияния применения органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на архитектуру растений и качество маслосемян озимого рапса, а также на агрономическую и экономическую эффективность.*

EFFECT OF ORGANOMINERAL FERTILIZERS AND FERTILIZERS BASED ON HUMIC ACIDS ON THE EFFICIENCY OF WINTER RAPE CULTIVATION

S. I. Yurhel, A. B. Losevich, V. V. Kisly, T. G. Sinevich

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, Grodno, 230008,
28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

***Key words:** winter rape, organomineral fertilizers, fertilizers on the basis of humic acids, oilseeds, crop capacity, crop structure, crude fat, crude protein, efficiency.*

***Summary.** The results of influence of application of organomineral fertilizers and fertilizers on the basis of humic acids on plant architectonics and quality of oilseeds of winter rape, and also on agronomic and economic efficiency are presented in the article.*

(Поступила в редакцию 01.06.2021 г.)

Введение. Озимый рапс – сельскохозяйственная культура, обладающая высоким потенциалом урожайности, реализация которого за-

частую сдерживается недостаточным плодородием дерново-подзолистых почв и низким уровнем обеспеченности минеральными удобрениями. В связи с этим вопросы оптимизации минерального питания растений и стимуляции их физиолого-биохимических процессов становятся весьма актуальными. Особое внимание в решении данного вопроса следует уделить новым видам органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот [1, 7, 8]. Список разрешенных к применению в Республике Беларусь органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот насчитывает более 40 и 25 наименований соответственно [4]. Однако исследований по влиянию данных удобрений на урожайность и качество полученной продукции крайне мало. Поэтому изучение в конкретных почвенно-климатических условиях влияния новых видов удобрений на урожай и качество маслосемян озимого рапса мы считаем актуальной проблемой.

Цель работы – изучение влияния новых видов органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на урожайность и качество маслосемян озимого рапса.

Для реализации поставленной цели необходимо решение следующих задач:

изучить влияние органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на продуктивность посевов озимого рапса;

изучить влияние органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на качество маслосемян озимого рапса;

провести расчеты экономической эффективности применения органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот в технологии возделывания озимого рапса.

Материал и методика исследований. Исследования проводилась в условиях опытного поля УО «Гродненский государственный аграрный университет» на посевах озимого рапса (гибрид Брентано) в 2017-2019 гг. [2, 3, 6, 9].

Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, подстилаемая с глубины 0,45 м легким моренным суглинком, связносупесчаная.

По агрохимическим свойствам пахотный горизонт характеризовался близкой к нейтральной реакцией почвенной среды, недостаточным содержанием гумуса, повышенным содержанием подвижного фосфора, повышенным содержанием подвижного калия и средним содержанием серы и бора.

Метеорологические условия в периоды вегетаций культуры (2017-2019 гг.) были засушливые, т. к. температура воздуха была выше

средних многолетних значений, а количество осадков выпало на 46,1-56,8 мм меньше, что существенно повлияло на урожайность и качество маслосемян озимого рапса.

Предшественник озимого рапса – яровой ячмень.

Предпосевная обработка почвы: вспашка на глубину 25 см, культивация на глубину 12 см.

Норма высева озимого рапса – 1,0 млн. всхожих семян.

На озимом рапсе в основное внесение применяли $N_{10}P_{80}K_{120}$. Также проводились некорневые подкормки азотом 70 кг/га в период возобновления весенней вегетации и 40 кг/га в фазу бутонизации и, согласно схемам опыта, применялись органоминеральные удобрения и удобрения на основе гуминовых кислот в фазы начала и конца бутонизации.

Борные микроудобрения по 0,11 кг/га вносились в два срока: осенью в фазу 4-5 листьев и весной в фазу начала бутонизации.

Система защиты растений озимого рапса состояла из применения следующих препаратов: повсходовое применение гербицида Галера – 0,3 л/га, фунгицидная обработка – фунгицид Карамба турбо 1,0 л/га, инсектицидная обработка – инсектицид Фастак 0,15 л/га.

Общая площадь делянки составляла 25 м² (5 × 5 м), учетная – 16 м² (4 × 4 м). Варианты по делянкам размещались систематизированным методом при 3-кратной повторности, что соответствует требованиям методики полевого опыта Б. А. Доспехова [5].

Схема опыта:

1. Контроль (без удобрений);
2. $N_{120}P_{80}K_{120}$ – Фон;
3. Фон + Аминокат 30 %, 0,3 л/га;
4. Фон + Амино Пауэр Анти Стрес Микро, 0,75 кг/га;
5. Фон + Гидрогумин, 1 л/га;
6. Фон + Agrolinija-S, 3 л/га;

Уборка озимого рапса проводилась механизированным способом комбайном Сампо-500.

Изучаемые удобрения имеют следующие характеристики:

Амино Пауэр Анти Стрес Микро – это гранулированное органоминеральное удобрение (MgO – 6,0 %, B – 2,0 %, Cu – 0,5 %, Fe – 2,0 %, Mn – 2,0 %, Mo – 0,02 %, Zn – 4,0 %. Аминокислоты, г/100 г: аланин – 3,6, аргинин – 0,3, аспарагиновая кислота – 1,1, глутаминовая кислота – 3,1, глицин – 7,5, гидроксизин – 1,3, гидроксипролин – 2,1, гистидин – 0,3, изолейцин – 0,6, лейцин – 1,3, лизин – 1,1, метионин – 0,4, орнитин – 1,6, фенилаланин – 0,8, пролин – 3,9, серин – 0,2, треонин – 0,3, тирозин – 0,7, валин – 1,0);

Аминокат 30 % – жидкое органоминеральное удобрение, производимое на основе экстракта морских водорослей с добавлением макро- и микроэлементов (свободные аминокислоты – 30 %, азот (N) – 3 %, фосфор (P₂O₅) – 1 %, калий (K₂O) – 1 %;

Гидрогумин – жидкое удобрение на основе гуминовых и фульвовых кислот естественного происхождения, получаемые из природного сырья: торфа, бурого угля, сапропеля. Химический состав: гуминовые кислоты – 25 % на массу сухих веществ и фульвовые и низкомолекулярные органические кислоты – 2,7 %;

Agrolinija-S – удобрение на основе гуминовых кислот, полученное из леонардита: гуминовые кислоты – 45 %, фульвокислоты – 13,75 %, аминокислоты – 1-2 %, сухое вещество – 5,6 %, органическое вещество – 54 %, азот (N) – 3,75 %, фосфор (P) – 1,96 %, калий (K) – 7,15 %, Ca, Mg, Na, S, Fe, B, Co, Cu, Mo, Mn, Zn <1 %.

В ходе проведения исследования были проведены следующие анализы, учеты и наблюдения:

1. Фенологические наблюдения – рост и развитие растений по фазам.

2. Учет густоты стояния растений был проведен по вариантам в каждой повторности по диагонали делянки на четырех площадках общей площадью 1 м².

3. Учет структуры продуктивности был проведен по вариантам в четырехкратной повторности по следующим показателям:

- количество растений, шт./м²;
- количество стручков на растении, шт.;
- количество семян в стручке (расчетным способом), шт.;
- масса 1000 семян.

Количество стручков на растении определяли путем подсчета общего количества стручков с площадок, общей площадью 1 м² и, соответственно, деления на количество растений с 1 м².

Число семян в стручке определяли расчетным способом, исходя из числа стручков на 1 м², массы их семян и массы 1000 семян.

Массу 1000 семян определяли путем взвешивания двух проб по 500 семян с каждой повторности. Пробы отбирались при наступлении фазы полной спелости.

Результаты исследований проанализированы методом дисперсионного анализа. Достоверность данных определяли с помощью наименьшей существенной разницы (НСР) с использованием коэффициента Стьюдента.

Значение НСР за два года рассчитывали по формуле, разработанной РУП «Институт почвоведения и агрохимии»:

$$\overline{HCP} = \frac{HCP_{1+...}}{n \cdot v} \quad (1)$$

Результаты исследований и их обсуждение. Исследованиями установлено, что применение удобрений на посевах озимого рапса оказывало положительное влияние на количество стручков на 1 растении, количество семян с одного стручка и массу 1000 семян (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние удобрений на урожайность и структуру озимого рапса (среднее за 2018-2019 гг.)

Вариант	Густота стояния растений, шт./м ²	Количество стручков на 1-м растении шт.	Количество семян с 1-го стручка, шт.	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, ц/га	Фактическая урожайность, ц/га
1. Контроль (без удобрений)	60,0	54,1	16,4	4,10	21,8	20,5
2. N ₁₂₀ P ₃₀ K ₁₂₀ – Фон	61,9	62,8	17,9	4,19	29,2	28,1
3. Фон + Аминокат 30 %	62,4	70,0	18,7	4,28	35,0	34,6
4. Фон + Амино Пауэр Анти Стрес Микро	62,0	70,6	18,6	4,26	34,7	33,9
5. Фон + Гидрогумин	62,6	68,6	18,2	4,23	33,1	32,5
6. Фон + Agrolinija-S	62,7	69,0	18,4	4,26	33,9	33,0
HCP ₀₅					1,7	1,5

Также нами установлено, что наименьшие значения элементов структуры урожая получены в контрольном варианте, где не применялись удобрения. Так, в среднем за два года в данном варианте количество стручков на 1 растении составляло 54,1 шт. Внесение же НРК увеличило количество стручков на 1 растении на 16,1 %. Применение на фоне НРК органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот в фазы начала и конца бутонизации позволило дополнительно увеличить количество стручков на 9,2-11,5 %.

Аналогичный тренд отмечался и при определении количества семян с одного стручка и массы 1000 семян.

Столь существенные изменения элементов структуры урожая позволили получить следующие уровни биологической урожайности: контрольный вариант – 21,8 ц/га, фоновый вариант – 29,2 ц/га, варианты с применением Аминокат 30 % и Амино Пауэр Анти Стрес Микро –

35,0 и 34,7 ц/га соответственно, вариант с применением Гидрогумина – 33,1 ц/га, а также с применением Agrolinija-S – 33,9 ц/га.

Тенденция изменения фактической урожайности была аналогична биологической урожайности, однако из-за потерь маслосемян озимого рапса, связанных с их механизированной уборкой, а также разными сроками созревания она была ниже фактической урожайностью на 8,3-16,0 %.

Нами также установлено, что минеральные удобрения оказали неоднозначное влияние на показатели качества семян озимого рапса. Так, наблюдалась тенденция повышения содержания жира и белка в семенах озимого рапса при применении минеральных (на 3,1 и 0,7 % соответственно), на их фоне органоминеральных удобрений (на 2,5-2,9 и 1,2 % соответственно) и удобрений на основе гуминовых кислот (на 3,6 и 0,7-0,8 % соответственно). В контрольном варианте было отмечено наименьшее содержание сырого жира и белка – 39,5 и 16,5 % соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на качественные показатели маслосемян озимого рапса (среднее за 2018-2019 гг.)

Варианты	Сырой жир, %	Сырой белок, %	N, %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %
1. Контроль (без удобрений)	39,5	16,5	2,85	0,72	0,87
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ – Фон	42,6	17,2	2,97	0,79	0,93
3. Фон + Аминокат 30 %	42,4	17,7	3,06	0,80	0,92
4. Фон + Амино Пауэр Анти Стресс Микро	42,0	17,7	3,06	0,83	0,91
5. Фон + Гидрогумин	43,1	17,2	2,97	0,77	0,90
6. Фон + Agrolinija-S	43,4	17,3	2,99	0,77	0,92

Проводимые исследования на озимом рапсе позволили установить, что изучаемые удобрения не только влияют на урожайность маслосемян озимого рапса, но и на накопление в них макроэлементов. Так, в маслосеменах озимого рапса в варианте без применения удобрений были отмечены минимальные значения содержания NPK – 2,85; 0,72; 0,87 % соответственно каждому элементу питания.

Исследованиями также установлено, что азотно-фосфорно-калийные удобрения способствовали увеличению накопления NPK на 0,12; 0,07; 0,06 % соответственно. Дополнительное применение органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот изменяло несущественно данные показатели.

Для оценки экономической эффективности применения удобрений используются следующие показатели: урожайность с 1 га, прибав-

ка урожая, стоимость продукции, производственные затраты на 1 га, затраты труда на 1 га и на 1 ц, чистый доход, рентабельность.

Двухлетние данные позволили установить, что максимальный уровень рентабельности (258,4 %) среди всех изучаемых вариантов оказался в контрольном варианте, т. к. средства химизации в данном варианте не применялись, как следствие были наименьшие производственные затраты (таблица 3). Однако следует отметить, что данный подход нельзя рекомендовать для производства, т. к. без применения удобрений может произойти снижение уровня плодородия почвы и ее деградация, что впоследствии окажет негативное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.

Таблица 3 – Экономическая эффективность применения исследуемых удобрений при возделывании озимого рапса

Показатели	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
Урожайность с 1 га, ц	20,5	28,1	34,6	33,9	32,5	33,0
Прибавка урожая, ц	-	7,6	14,1	13,4	12	12,5
Стоимость продукции, руб.	1426,8	1955,8	2408,2	2359,4	2262,0	2296,8
Производственные затраты на 1 га, руб.	398,14	996,53	1118,40	1106,31	1039,45	1040,61
Себестоимость 1 ц продукции, руб.	19,42	35,46	32,32	32,63	31,98	31,53
Чистый доход (прибыль) на 1 га, руб.	1028,66	959,27	1289,8	1253,09	1222,55	1256,19
Уровень рентабельности, %	258,4	96,3	115,3	113,3	117,6	120,7

Расчеты экономической эффективности позволили установить, что минимальный чистый доход (959,27 руб./га) и уровень рентабельности (96,3 %) возделывания озимого рапса был получен при применении только NPK удобрений.

Органоминеральные удобрения Аминокат 30 % и Амино Пауэр Анти Стресс Микро способствовали более существенному росту урожайности маслосемян озимого рапса, а также экономических показателей. Так, чистый доход увеличился на 293,82-330,53 руб./га, а уровень рентабельности – на 17,0-19,0 %.

Эффективность применения удобрений на основе гуминовых кислот было несколько ниже, чем при применении органоминеральных удобрений. Так, внекорневые подкормки Гидрогумином и Agrolinija-S позволили увеличить чистый доход на 263,28-296,92 руб./га и уровень рентабельности на 21,3-24,4 %.

Заключение. Таким образом, применение органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот оказывает положительное влияние на архитектуру растений, увеличивает агрономическую и экономическую эффективность, повышает в маслосеменах озимого рапса содержание сырого жира и сырого белка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрусевич, М. П. Продуктивность и качество озимого рапса в зависимости от влияния сроков внесения регулятора роста Экосил / М. П. Андрусевич, Ф. Ф. Седляр // Материалы конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» / XIX Международная научно-практическая конференция, Гродно, 2016. – Издательско-полиграфический отдел УО «ГГАУ». – С. 6-9.
2. Влияние органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на показатели качества маслосемян озимого рапса / С. И. Юргель [и др.] // Материалы конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» / XXIII Международная научно-практическая конференция, Гродно: ГГАУ, 2020. – С. 207-210.
3. Влияние органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на элементы структуры урожая озимого рапса / С. И. Юргель [и др.] // Материалы конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» / XXIII Международная научно-практическая конференция, Гродно: ГГАУ, 2020. – С. 203-207.
4. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2017. – 686 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.
6. Предварительные испытания удобрений на основе гуминовых кислот гидрогумин и Agrolinija-S на посевах рапса / С. И. Юргель [и др.] // Материалы конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» / XXII Международная научно-практическая конференция, Гродно, 2019. – Издательско-полиграфический отдел УО «ГГАУ». – С. 275-276.
7. Седляр, Ф. Ф. Продуктивность и качество озимого рапса в зависимости от внесения регулятора роста Экосил / Ф. Ф. Седляр, К. В. Аминова // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно, 2016. – Т. 32: Агрономия. – С. 159-166.
8. Система применения удобрений: учебник / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 439 с.
9. Эффективность применения новых органоминеральных удобрений в посевах озимого рапса / В. А. Телеш [и др.] // Материалы конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» / XIX Международная научно-практическая конференция, Гродно, 2016. – Издательско-полиграфический отдел УО «ГГАУ». – С. 124-126.