

ЛИТЕРАТУРА

1. Лабурдов О. П. Эффективность применения зернотуковой сеялки с комбинированными сошниками / Материалы международной научно-практической конференции «Аграрная экономика на рубеже тысячелетий: наука, образование, практика». – Ч. 2. – Горки: БСХА, 1999.
2. Лабурдов О. П. Ресурсная оценка зернотуковой сеялки с комбинированными сошниками / Материалы общего собрания Академии аграрных наук Республики Беларусь «Аграрная наука на рубеже 21 века». – Мн., 2000.
3. Петровец В. Р., Дудко Н. И., Лабурдов О. П. Обоснование перспективной технологии внесения основной дозы минеральных удобрений при возделывании зерновых / Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства». – Горки, 2001.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 633.853.494“321” : 631.83(476.6)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КАЛИЙСОДЕРЖАЩИХ ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ НА ПОСЕВАХ ОЗИМОГО РАПСА

Ф.Н. Леонов, С.И. Юргель, А.С. Еремеевич

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь, 230008

***Аннотация.** Установлено, что применение KCl в прикорневую подкормку (в фазу весеннего возобновления вегетации и в фазу бутонизации) озимого рапса увеличивает урожайность культуры на 11,6-12,8%, а при включении K₂SO₄ в состав ЖКУ (соотношение N:K:S:B – 29,4:3,9:1,3:0,04) возможно получить максимальную урожайность культуры с оптимальными качественными показателями.*

***Summary.** The application of KCl in radical top dressing (in a phase of spring renewal of vegetation and in a phase of bud) of winter rapeseed increases productivity of culture by 11,6-12,8%. It is probably to receive the maximal productivity of culture with optimum quality indicators thanks to inclusion K₂SO₄ in structure liquid complex fertilizers (LCF) (parity N:K:S:B – 29,4:3,9:1,3:0,04).*

Введение. Озимый рапс – это культура, требующая интенсивную технологию возделывания, предусматривающую применение передовой агротехники, интенсивных сортов, отвечающих требованиям зоны, прогрессивных технологических приемов выполнения основных и вспомогательных операций, системы современных машин и агрегатов.

Общеизвестно, что система применения минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры опирается в первую очередь на биологические особенности самих растений. В силу того, что в различные фазы развития растений потребление элементов минерального

питания не одинаково, выделяют критический и максимальный периоды поступления того или иного питательного элемента. Критический период – это когда при небольшом потреблении питательных элементов недостаток или отсутствие какого-либо элемента питания отрицательно сказывается не только на росте растений, но и на конечном урожае. Последующее внесение этого элемента питания не может полностью исправить положение.

Период максимального поглощения питательных элементов характеризуется наибольшим среднесуточным их потреблением. Он соответствует более поздним фазам развития растений и совпадает с периодом интенсивного роста и наибольшего накопления сухой биомассы.

Исследованиями установлено, что за вегетационный период растения озимого рапса потребляют в зависимости от урожайности культуры 130-275 кг/га азота, 55-105 кг/га фосфора, 165-320 кг/га калия. Период максимального их потребления культурой начинается с весеннего возобновления вегетации (ВВВ) и продолжается до полного цветения. За это время растениями потребляется азота 50-60%, фосфора – 30-35%, калия – 45-55%, серы – 65-75% [2, 5]. Поэтому в это период особое внимание следует обращать на сбалансированное и своевременное применение макро- и микроэлементов, которые следует вносить как в основную заправку, так и путем подкормок.

В связи с этим возникает вопрос: марку какого удобрения можно применить, чтобы за один проход по полю техники можно было бы внести большинство необходимых рапсу элементов минерального питания или хотя бы позволяющих удовлетворить 1/2 потребности в них? Мы отвечаем, что для озимого рапса в Республике Беларусь разработаны комплексные удобрения только для предпосевного внесения. Так, например, для почв со слабой и средней степенью обеспеченности подвижными формами фосфора и калия имеется комплексное удобрение с соотношением N:P:K – 5-6:18-20:30-35, а для почв с высоким и повышенным содержанием фосфора и калия – 7-8:16-18:25-31. Подобные специализированные комплексные азотно-фосфорно-калийные удобрения созданы НИРУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси» совместно с ОАО «Гомельский химический завод» [1]. Комплексных же туков для некорневых подкормок озимого рапса в республике пока еще явно недостаточно.

Цель работы. В связи с вышесказанным, цель работы была сформулирована следующим образом: разработать комплексное удобрение для озимого рапса, которое можно применять в период интенсивного роста культуры путем ее некорневой подкормки и изучить

влияние различных калийсодержащих удобрений на урожайность и качество маслосемян озимого рапса.

Материал и методика исследований. Для изготовления комплексного удобрения, с учетом степени растворения, были взяты в качестве базового компонента – КАС-32 (N – 32%) и дополнительных – K_2SO_4 (K_2O – 50%, S – 17%) и H_3BO_3 (B – 17%). В результате было получено жидкое комплексное удобрение (питательная смесь) со следующим составом N:K:S:B и соотношением элементов питания: 29,4:3,9:1,3:0,04. Достоинством данного удобрения является то, что в условиях производства количественные значения содержания элементов минерального питания в нем можно изменять, а также дополнительно вводить микроэлементы и регуляторы роста.

Сравнительное изучение полученного ЖКУ и стандартного КС1 на урожайность и качество маслосемян озимого рапса были начаты в 2005 году в условиях опытного поля УО «Гродненский государственный аграрный университет» на дерново-подзолистой связносупесчаной, развивающейся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 0,45 м моренным легким суглинком почве (в соответствии с новой классификацией – агродерново-подзолистой, развивающейся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 0,45 м моренным легким суглинком, связносупесчаной почве [3]). По агрохимическим показателям почва опытного участка характеризовалась недостаточным содержанием гумуса (по Тюрину – 1,65-1,7%), реакцией среды близкой к нейтральной (рН в КС1 6,03-6,08), высоким содержанием фосфора и средним калия (по Кирсанову – P_2O_5 – 252-265 и K_2O – 155-170 мг/кг), средним содержанием серы (в модификации ЦИНАО – S – 9,8-10,5 мг/кг), а также водорастворимого бора (по Бергеру и Труога – B – 0,55-0,68 мг/кг).

Содержание глюкозинолатов в маслосеменах озимого рапса определяли с использованием палладиевого реактива в модификации ВНИИМК, а жирнокислотный состав – методом газожидкостной хроматографии.

Предшественником озимого рапса (сорт Лидер) были зерновые культуры. Делянки располагались систематизировано в четырехкратной повторности. Уход за посевами состоял из комплекса мероприятий, направленных на уничтожение сорняков (бутизан-400), защиту растений от вредителей (фастак), внесение макро- (аммонизированный суперфосфат, хлористый калий, КАС-32, сульфат аммония, карбамид, ЖКУ) и микроудобрений (борная кислота).

Внесение азотного удобрения КАС, ЖКУ и борного микроудобрения проводили с помощью ранцевого опрыскивателя. Аммонизиру-

ванный суперфосфат и хлористый калий вносили вручную, поделаячно, согласно схемы опыта.

Посев озимого рапса проводился в третьей декаде августа сплошным рядовым способом сеялкой СПУ-3 "Аккорд". Норма высева озимого рапса составляла 1,0 млн. всхожих семян. Уборка – механизированная, комбайном «Сампо-500». Опыт выполнен в двух закладках.

Схема опыта состояла из следующих вариантов:

Вариант	Срок и способ внесения минерального удобрения
1. Контроль (без удобрений)	
2. $N_{10}P_{90}K_{120}$ – Фон	Предпосевное внесение хлористого калия и аммонизированного суперфосфата
3. Фон + $N_{120+30} (NH_4)_2SO_4 + V_{0,17+0,04} H_3BO_3$	Прикорневая подкормка N и некорневая подкормка В в фазу ВВВ и бутонизации
4. Фон + $N_{120+30} CO(NH_2)_2 + V_{0,17+0,04} H_3BO_3$	
5. Фон + $N_{120+30} KAC + V_{0,17+0,04} H_3BO_3$	Некорневая подкормка N и В в фазу ВВВ и бутонизации
6. Фон + $N_{120+30} (NH_4)_2SO_4 + K_{16+4} KCl + V_{0,17+0,04} H_3BO_3$	Некорневая подкормка В и прикорневая подкормка N и К в фазу ВВВ и бутонизации
7. Фон + $N_{120+30} CO(NH_2)_2 + K_{16+4} KCl + V_{0,17+0,04} H_3BO_3$	
8. Фон + $N_{120+30} KAC + K_{16+4} KCl + V_{0,17+0,04} H_3BO_3$	Некорневая подкормка N, В и прикорневая подкормка К в фазу ВВВ и бутонизации
9. Фон + ЖКУ*	Некорневая подкормка N, К, S, В в форме ЖКУ в фазу ВВВ и бутонизации

*) ЖКУ: $N_{120+30} KAC + (K_{16+4} + S_{5,4+1,4}) K_2SO_4 + V_{0,17+0,04} H_3BO_3$

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ ранее полученных наших результатов (в 2002-2004 гг.) и настоящие исследования подтвердили, что уровень урожайности маслосемян озимого рапса в большой степени определяют азотно-калийный режим питания и агроклиматические условия произрастания.

Так, избыточное количество выпавших в 2007 году осадков в период созревания озимого рапса снизило урожайность маслосемян, по сравнению с 2006 годом, на 7,9-30,9% (таблица 1). Это было связано, по нашему мнению, с более сильным полеганием посевов, поражением стручков альтернариозом (*Alternaria brassicicola* (Schn) Wiltshiu и *Alternaria brassicae* (Berk) Sacc) и последующим их растрескиванием в виде «трезубца» (характерный симптом болезни).

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений на урожайность маслосемян озимого рапса

Вариант	2006 г.			2007 г.			Среднее		
	урожайность, ц/га	прибавка		урожайность, ц/га	прибавка		урожайность, ц/га	прибавка	
		ц/га	%		ц/га	ц/га		%	ц/га
1. Контроль (без удобрений)	13,6	-	-	9,4	-	-	11,5	-	-
2. N ₁₀ P ₉₀ K ₁₂₀ – Фон	15,5	-	-	12,2	-	-	13,9	-	-
3. Фон + N ₁₂₀₊₃₀ (NH ₄) ₂ SO ₄ + B _{0,17+0,04} H ₃ BO ₃	20,8	5,3	34,2	18,6	6,4	52,5	19,7	5,8	41,7
4. Фон + N ₁₂₀₊₃₀ CO(NH ₂) ₂ + B _{0,17+0,04} H ₃ BO ₃	21,5	6,0	38,7	17,4	5,2	42,6	19,5	5,6	40,3
5. Фон + N ₁₂₀₊₃₀ КАС + B _{0,17+0,04} H ₃ BO ₃	22,0	6,5	41,9	19,3	7,1	58,2	20,7	6,8	48,9
6. Фон + N ₁₂₀₊₃₀ (NH ₄) ₂ SO ₄ + K ₁₆₊₄ KCl + B _{0,17+0,04} H ₃ BO ₃	23,3	7,8	50,3	20,9	8,7	71,3	22,1	8,2	59,0
7. Фон + N ₁₂₀₊₃₀ CO(NH ₂) ₂ + K ₁₆₊₄ KCl + B _{0,17+0,04} H ₃ BO ₃	23,6	8,1	52,3	20,3	8,1	66,4	22,0	8,1	58,3
8. Фон + N ₁₂₀₊₃₀ КАС + K ₁₆₊₄ KCl + B _{0,17+0,04} H ₃ BO ₃	24,5	9,0	58,1	21,7	9,5	77,9	23,1	9,2	66,2
9. Фон + ЖКУ	27,7	12,2	78,7	25,5	13,3	109	26,6	12,7	91,4
НСР ₀₅	1,4			1,5					

Исследования показали, что применяемые удобрения неодинаково влияли на способность озимого рапса противостоять неблагоприятным погодным условиям. Установлено, что включение в систему удобрения озимого рапса калийной прикорневой (KCl) или некорневой (K₂SO₄ в составе ЖКУ) подкормки в период весеннего возобновления вегетации и в фазу бутонизации способствовало большей устойчивости культуры к неблагоприятным условиям произрастания. Так, в вариан-

тах 6-9 недобор маслосемян в 2007 г. по сравнению с 2006 г. был на уровне 7,9-14,0%, в то время как в вариантах 3-5, где подкормка проводилась азотно-борными удобрениями, недобор урожая был значительно выше 10,6-19,1% ($r=0,99$).

Наибольшую устойчивость к неблагоприятным погодным условиям проявили растения, под которые применяли разработанное нами ЖКУ. Так снижение урожайности семян к уровню 2006 года в варианте 9 было минимальным и находилось на уровне 7,9%.

Наибольший же недобор маслосемян был отмечен в контрольном варианте – 30,9%.

Анализ урожайности в среднем за 2006-2007 гг. показал, что внесение фосфорно-калийных удобрений способствовало незначительному ее росту (на 2,4 ц/га маслосемян). Вносимые же элементы минерального питания (N, K, S, B) оказались теми определяющими факторами, которые формировали основную прибавку урожайности культуры. Так, применение $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ и КАС с дополнительным внесением бора позволило увеличить урожайность маслосемян по сравнению с фосфорно-калийным фоном на 40,3-48,9%.

Изучение роли калийной подкормки в формировании урожая маслосемян озимого рапса позволило установить ее положительное влияние, способствующее росту урожайности на 11,6-12,8%.

Замена КСI на K_2SO_4 и включение его в состав ЖКУ (вар. 9) позволило получить наивысший уровень урожайности маслосемян (26,6 ц/га), что было больше, чем в варианте с применением $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, на 20,4%, с применением $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ – на 20,9% и с внесением КАС на 15,2%.

Наименьшая урожайность маслосемян (11,5 ц/га) имела место в контрольном варианте.

Таким образом, разработанное на основе КАС-32, K_2SO_4 и H_3BO_3 ЖКУ позволяет получить максимальную урожайность маслосемян озимого рапса.

Масло рапса, как и у любой другой масличной культуры, состоит из набора жирных кислот, основными из которых являются пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, эйкозеновая и эруковая. Питательная ценность рапсового масла определяется содержанием в нем полиненасыщенных жирных кислот – линолевой и линоленовой, которые не синтезируются в организме человека и животных и должны поступать с пищей. В то же время высокое содержание эруковой кислоты отрицательно воздействует на костную ткань и скелетные мышцы человека, а наличие в шроте глюкозинолатов вызывает у животных и птиц кровоизлияния в печень и угнетение роста животных

[4]. Поэтому при содержании в рапсовом шроте глюкозинолатов не более 1% его целесообразно использовать в составе комбикормов для птиц и свиней. Если содержание глюкозинолатов в шроте выше 1%, его можно применять только в составе комбикормов для жвачных животных. Таким образом, уровень содержания эруковой кислоты в масле является одним из основных качественных показателей, определяющих возможность использования его в пищевой промышленности, а уровень содержания глюкозинолатов в рапсовом шроте является главным признаком, определяющим его кормовые достоинства.

На показатели качества семян рапса, пригодных для переработки на пищевые и кормовые цели (масло и шрот), действуют строгие международные стандарты. Так, в семенах допускается содержание глюкозинолатов не более 25 ммоль/г, эруковой кислоты не более 2%, масла не менее 40%.

Химический анализ семян озимого рапса показал, что существенных изменений в жирнокислотном составе маслосемян озимого рапса, а также превышения в них содержания эруковой кислоты под влиянием изучаемых минеральных удобрений в среднем за два года исследований установлено не было.

Содержание же в маслосеменах глюкозинолатов превышало допустимое значение (25 ммоль/г) на 12,0-21,2% только в вариантах с применением $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений на содержание глюкозинолатов в семенах озимого рапса (среднее за 2006-2007 гг.)

Вариант	Глюкозинолаты, ммоль/г
1. Контроль (без удобрений)	22,1
2. $\text{N}_{10}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$ – Фон	15,5
3. Фон + N_{120+30} $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + $\text{B}_{0,17+0,04}$ H_3BO_3	30,3
4. Фон + N_{120+30} $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + $\text{B}_{0,17+0,04}$ H_3BO_3	22,4
5. Фон + N_{120+30} КАС + $\text{B}_{0,17+0,04}$ H_3BO_3	21,9
6. Фон + N_{120+30} $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + K_{16+4} КС1 + $\text{B}_{0,17+0,04}$ H_3BO_3	28,0
7. Фон + N_{120+30} $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + K_{16+4} КС1 + $\text{B}_{0,17+0,04}$ H_3BO_3	19,3
8. Фон + N_{120+30} КАС + K_{16+4} КС1 + $\text{B}_{0,17+0,04}$ H_3BO_3	18,2
9. Фон + ЖКУ	19,7

Исследования позволили установить следующий ряд убывания по накоплению глюкозинолатов в зависимости от применяемых азотных удобрений: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ – КАС.

При этом проведение прикорневой подкормки КС1, а также некорневой подкормки ЖКУ позволило снизить содержание данных соединений на 7,6-16,9%. Вероятно, это связано с проявлением «эффекта

разбавления», когда при увеличении урожайности происходит снижение содержания глюкозинолатов.

При использовании разработанного ЖКУ содержание глюкозинолатов было ниже допустимого на 21,2%.

Руководствуясь результатами химического анализа, следует отметить, что маслосемена с вариантов, где применяли $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, КАС и ЖКУ можно будет сдавать по расценкам 1 класса, а с 3 и 6 вариантов, где применяли $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, – лишь 2 класса.

Заключение. Таким образом, применение на озимом рапсе КС1 в прикорневую подкормку (в фазу весеннего возобновления вегетации и в фазу бутонизации) и в некорневую подкормку ЖКУ (N:K:S:B – 29,4:3,9:1,3:0,04) в эти же фазы позволяет получить максимальную урожайность маслосемян озимого рапса с оптимальными качественными показателями.

Следует иметь ввиду также то обстоятельство, что жидкие комплексные удобрения различного состава (питательные смеси), которые можно приготовить на основе КАС, можно производить в хозяйствах самостоятельно, но для этого необходимо учитывать:

1. Потребность культуры во включаемых в состав ЖКУ элементах минерального питания.
2. При приготовлении ЖКУ следует строго выдерживать рекомендуемые дозы вносимых элементов питания.
3. Компоненты необходимо хорошо перемешивать.
4. Степень насыщения КАС химическими веществами.
5. Не включать в состав ЖКУ хлорсодержащие соединения.
6. Перед внесением ЖКУ необходимо на небольшой площади посева провести рекогносцировочную обработку разработанным в хозяйстве ЖКУ.
7. При высокой температуре воздуха (выше 10°C) ЖКУ на основе КАС применять не рекомендуется.
8. Нельзя вносить ЖКУ в дождливую погоду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений под озимый рапс: рекомендации / Г.В. Пироговская [и др.]. Минск, 2006. – 24 с.
2. Скакун, А.С. Рапс – культура масличная / А.С. Скакун, И.В. Бурда, Д. Брауэр. – Минск: Ураджай, 1994. – 96 с.
3. Смеян, Н.И. Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси: Монография / Н.И. Смеян, Г.С. Цытрон. – Минск: РУП «БНИВНФХ в АПК». – 2007. – 220 с.
4. Щербаков, В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья: Пособие / В.Г. Щербаков. – М.: В.О. Агропромиздат, 1991. – С. 106–109.
5. Юргель, С.И. Влияние азотных удобрений на урожайность и качество семян ярового и озимого рапса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: автореф. ... дис. канд.

УДК 633.791:631.5

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ АГРОТЕХНИКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ХМЕЛЯ (HUMULUS LUPULUS)

Г.М. Милоста

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь, 230008

***Аннотация.** Для получения максимальной продуктивности горьких сортов хмеля Hallertauer Magnum и Marynka в условиях западного региона Беларуси на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком, рекомендуется схема посадки растений 3,0x1,50 м (2220 растений/га) с заводской 6 стеблей на 2 поддержки на 1 растение.*

***Summary.** For receiving of maximal productivity of bitter breeds of hop Hallertauer Magnum and Marynka in conditions of the Western region of Belarus on sod-podzol sabulous soil spread by drift clay the schema of plants planting 3,0x1,50 m (2200 plants/hectares) with formation of 6 stems on 2 supports on 1 plant is recommended..*

Введение. Шишки хмеля являются обязательным и незаменимым сырьем для пивоваренной промышленности нашей республики, так как горькие вещества, наиболее полезные и характерные составные части шишек хмеля, в подобной форме не встречаются у других растений. Большая часть хмеля (более 90%) завозится в Беларусь из-за рубежа, хотя почвенно-климатические условия нашей республики в полной мере соответствуют биологическим особенностям этой важной для народного хозяйства культуры, что подтверждается практическим опытом хмелеводческих хозяйств Западной Беларуси. Чтобы валютные ресурсы не уходили за пределы республики, нужно самим выращивать хмель, тем более что почвенно-климатические условия Беларуси в полной мере соответствуют биологии развития этой выгодной культуры. С 1990 года в республике началось постепенное возрождение отрасли хмелеводства и расширение площадей. В этом плане лидирует пока Брестская область, где имеется ряд специализированных хмелеводческих хозяйств. Для полного удовлетворения нужд республики в хмеле, площадь хмельников за ближайшее десятилетие необходимо довести до 420-450 га. Слабым местом является отсутствие технологии возделывания хмеля для условий нашей республики с учетом особенностей ее почвенно-климатических условий. Совершенствование и