

УДК 631.824+631.828.2:633.853.52«321»:631.442.4

И. М. БОГДЕВИЧ, О. Л. МИШУК

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАГНИЕВЫХ И СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯРОВОЙ РАПС НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ С РАЗНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ МАГНИЯ

Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси

(Поступила в редакцию 02.03.2006)

Рапс в условиях Республики Беларусь является перспективной сельскохозяйственной культурой, обладающей высоким потенциалом продуктивности и широкими возможностями их использования. Это один из главных источников сырья для производства пищевого растительного масла, жмыхов, шротов и муки, которые являются высокобелковыми добавками к комбикормам, зеленой массы для кормов и сидератов. По пищевой и кормовой ценности рапс превосходит многие сельскохозяйственные культуры. В его семенах содержится до 48% масла, до 33% белка и 30% углеводов. Масло рапса приобретает все большее значение как сырье для химической промышленности и энергетических целей. Его используют в пищевой, парфюмерной, лакокрасочной промышленности и других отраслях народного хозяйства [1, 2].

Рапс – культура, резко реагирующая на плодородие почвы и обеспеченность ее элементами питания. Сбалансированное минеральное питание позволяет рапсу более полно реализовать свой биологический потенциал. Применение удобрений должно устранить дефицит элементов питания, приводящий к снижению продуктивности, не допуская при этом отрицательного влияния их избытка на растения, что проявляется в задержке созревания семян, полегании культур и ухудшении качества продукции. На формирование 1 ц продукции он расходует в 3–4 раза больше питательных веществ, чем зерновые культуры [3–6]. Среди традиционных минеральных удобрений (азотных, фосфорных, калийных, борных) при возделывании ярового рапса важное место занимают серосодержащие и магниевые удобрения, роль которых в питании растений рапса еще недостаточно изучена.

Средневзвешенное содержание обменного магния в пахотных почвах республики составляет 188 мг/кг. Однако отмечается большая пестрота по содержанию этого элемента – от низкого (менее 60 мг/кг) до высокого (более 300 мг/кг почвы).

Цель работы – изучение эффективности проведения некорневых подкормок сульфатом магния и применения серосодержащих удобрений при различном содержании обменного магния в почве на урожай и качество семян ярового рапса.

Объекты и методы исследований. Исследования по изучению эффективности применения серосодержащих и магниевых удобрений при возделывании ярового рапса сорта Явар проводили на протяжении 2004–2005 гг. в полевом опыте на хорошо окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на мощном лессовидном суглинке в СПК «Щемяслица» Минского района. На опытном участке были искусственно созданы четыре уровня содержания обменного магния в почве MgO (1 М KCl): I уровень – 128 мг/кг, II – 143, III – 250 и IV – 337 мг/кг почвы. Для их создания использовали нормативы затрат для сдвига содержания магния на суглинистой почве, предварительно установленные в лабораторном эксперименте. Насыщение почвы магнием проводилось доломитовой мукой с учетом исходного содержания обменного магния на каждой делянке. С целью выравнивания реакции почвенного раствора (pH_{KCl}) на I и II уровнях содержания магния вносили поделяночно мел. Агрохимическая характеристика опытного участка:

pH_{KCl} 6,13, содержание P_2O_5 (0,2 М НСl) – 377 мг/кг, K_2O (0,2 М НСl) – 258 мг/кг, СаО (1 М КСl) – 1448 мг/кг, гумуса – 2,36%.

Схема опыта предусматривала предпосевное внесение $N_{80}P_{60}K_{90}$ (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий) в сочетании с подкормкой N_{30} в период стеблевания и некорневой обработкой борной кислотой (1150 г/га) в фазу бутонизации. В качестве серосодержащих удобрений использовали фосфогипс и сульфат аммония в эквивалентных дозах по сере S_{60} . Подкормку магнием (Mg_8) проводили дважды в фазу стеблевания и в фазу бутонизации 4%-ным раствором сульфата магния.

Агротехника возделывания ярового рапса – традиционная для Республики Беларусь. Общая площадь делянки – 12 м², учетная – 8 м², повторность вариантов – четырехкратная. Учет урожая – сплошной поделяночный. Анализ почвенных и растительных образцов проводили в соответствии с общепринятыми методиками [7, 8].

Результаты и их обсуждение. Применение серосодержащих и магниевых удобрений на разных уровнях содержания обменного магния в почве оказало существенное влияние на повышение урожайности семян ярового рапса (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Влияние минеральных удобрений и обеспеченности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы обменным магнием на урожайность семян ярового рапса

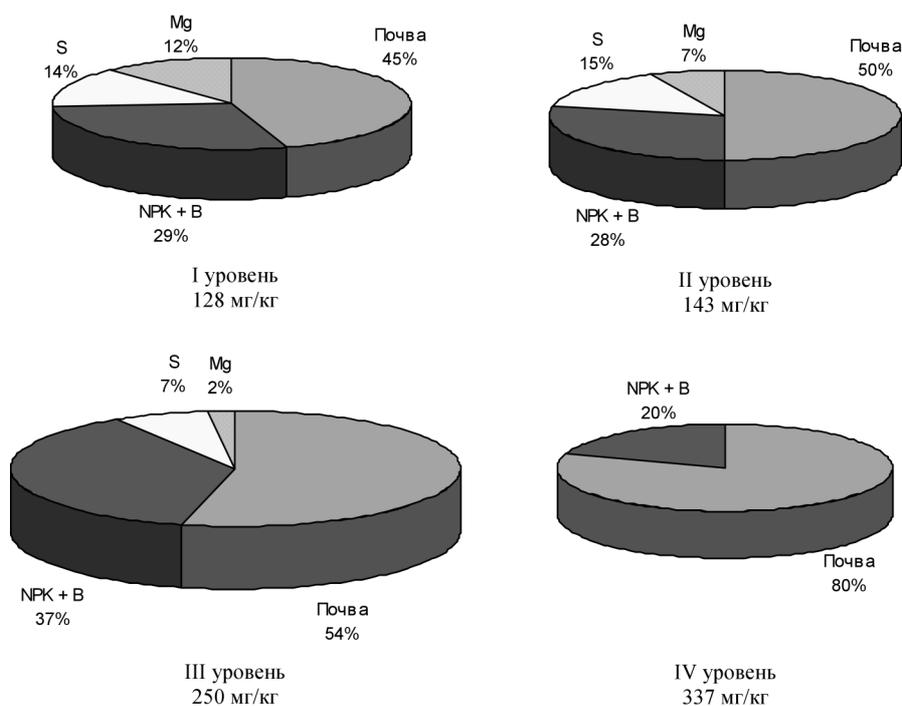
MgO, мг/ кг почвы	Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка, ц/га	Чистый доход, дол/га	Рентабельность, %
		2004	2005	среднее			
128	Без удобрений	9,1	9,0	9,1	–	–	–
	$N_{80+30}P_{60}K_{90} + B$ – фон	15,2	14,8	15,0	5,9	25,4	30
	Фон + * S_{60}	17,4	18,4	17,9	8,8	64,4	63
	Фон + ** S_{60}	16,5	17,6	17,1	8,0	62,9	71
	Фон + ** $S_{60} + Mg_8$	21,0	19,3	20,2	11,1	101,1	93
143	Без удобрений	9,8	10,6	10,2	–	–	–
	$N_{80+30}P_{60}K_{90} + B$ – фон	15,3	16,5	15,9	5,7	22,2	26
	Фон + * S_{60}	18,6	19,3	19,0	8,8	64,4	63
	Фон + ** S_{60}	17,9	18,7	18,3	8,1	64,5	73
	Фон + ** $S_{60} + Mg_8$	20,7	20,2	20,5	10,3	88,6	84
250	Без удобрений	12,1	11,2	11,7	–	–	–
	$N_{80+30}P_{60}K_{90} + B$ – фон	20,3	18,9	19,6	7,9	56,8	61
	Фон + * S_{60}	22,5	19,6	21,1	9,4	73,9	71
	Фон + ** S_{60}	20,8	19,1	20,0	8,3	67,6	76
	Фон + ** $S_{60} + Mg_8$	22,8	20,4	21,6	9,9	82,3	79
337	Без удобрений	10,8	8,6	9,7	–	–	–
	$N_{80+30}P_{60}K_{90} + B$ – фон	13,6	10,6	12,1	2,4	–29,5	–
	Фон + * S_{60}	11,6	11,6	11,6	1,9	–43,9	–
	Фон + ** S_{60}	12,1	11,5	11,8	2,1	–29,7	–
	Фон + ** $S_{60} + Mg_8$	13,9	9,9	11,9	2,2	–38,5	–
НСР ₀₅ варианты		1,8	1,4	1,2			
НСР ₀₅ уровни MgO		1,9	1,8	1,3			

* Сера в форме фосфогипса.

** Сера в форме сульфата аммония.

Внесение полного минерального удобрения в дозах $N_{80+30}P_{60}K_{90}+B$ обеспечило получение урожайности семян ярового рапса 15,0–19,6 ц/га. Прибавки урожая при этом увеличивались с 5,7 до 7,9 ц/га по мере повышения содержания обменного магния в почве от 128 до 250 мг/кг в сравнении с фоновым вариантом. Наибольшая прибавка урожая 7,9 ц/га от НРК+В удобрений была получена при содержании в почве 250 мг/кг обменного магния.

Применение серосодержащих удобрений более эффективным оказалось на первых двух уровнях содержания обменного магния в почве, где они обеспечили урожайность семян 17,1–19,0 ц/га. При этом использование серы в форме фосфогипса повысило урожайность семян на 2,9–3,1 ц/га, а в форме сульфата аммония – на 2,1–2,4 ц/га. Однако экономически эффективнее использовать сульфат аммония, что связано с повышением затрат при использовании фосфогипса.



Долевое участие отдельных факторов в формировании урожая семян ярового рапса Явар в зависимости от обеспеченности обменным магнием дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы

Эффективность проведения некорневых обработок посевов ярового рапса сульфатом магния была выше при низком содержании его обменных соединений в пахотном горизонте. При содержании в почве 128 мг/кг обменного магния получена наибольшая прибавка от внесения магниевых удобрений 3,1 ц/га, которая снизилась до 1,6 ц/га по мере увеличения магния в почве до 250 мг/кг.

Повышение содержания обменного магния в почве до 337 мг/кг было избыточным и привело к снижению урожайности рапса на контрольных и удобрённых вариантах.

Таким образом, применение серосодержащих удобрений и некорневые подкормки сульфатом магния на фоне $N_{80+30}P_{60}K_{90} + B$ повышали урожайность семян ярового рапса на 9,9–11,1 ц/га на почве с содержанием 128, 143 и 250 мг/кг обменного магния.

Оценивая участие исследуемых факторов в формировании урожая семян ярового рапса на окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, необходимо отметить высокую роль плодородия почвы, за счет которого было получено 45–81% урожая (рисунок). Долевое участие почвы возрастало с повышением содержания обменного магния в почве возрастало с 128 до 337 мг/кг. Азотные, фосфорные, калийные удобрения и некорневая подкормка бором в фазу бутонизации формировали 19–37% урожая. Сера и магний участвовали в формировании урожая ярового рапса только на первых трех уровнях содержания обменного магния, где их долевое участие составило 2–15 и 7–15% соответственно.

Наряду с урожайностью важное значение при возделывании ярового рапса имеет качество семян (табл. 2). Содержание в семенах эруковой кислоты (0,9–1,5%), глюкозинолатов (0,8–1,0%), кислотное число (1,2–2,6 мг КОН/г) в наших исследованиях не зависело от содержания обменного магния в почве и вносимых удобрений и не превышало допустимых значений, что делает их пригодными для пищевых и технических целей.

Содержание масла в семенах изменялось от 38,1 до 41,5%. Повышение масличности в семенах ярового рапса от 38,1 до 41,5% по мере возрастания содержания обменного магния в почве от 128 до 337 мг/кг отмечено на контрольных вариантах без применения удобрений. При внесении полного минерального удобрения, серы и магния наблюдалась тенденция увеличения масличности на первых трех уровнях содержания обменного магния в почве. Наибольшее увеличение содержания масла от 38,1 до 40,8% и от 39,3 до 41,5% отмечено при повышении содержания магния в почве со 128 до 143 мг/кг на варианте с дополнительным проведением некорневых подкормок сульфатом магния. Важным показателем является и сбор масла, который зависит также от общей урожайности

семян. Внесение серосодержащих и магниевых удобрений на фоне $N_{80+30}P_{60}K_{90}+B$ способствовало увеличению сбора масла в 1,9–2,4 раза по мере повышения обеспеченности почвы обменным магнием с 128 до 250 мг/кг по сравнению с контрольным вариантом. Наибольший выход масла 804 кг/га получен при внесении серы и магния на фоне полного минерального удобрения при содержании в почве 250 мг/кг обменного магния. Избыточное содержание магния в почве (337 мг/кг) приводило к снижению сбора масла с гектара.

Т а б л и ц а 2. Влияние минеральных удобрений и обеспеченности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы обменным магнием на качество семян ярового рапса

MgO, мг/кг почвы	Вариант	Масличность, %	Сбор масла, кг/га	Эруковая кислота, %	Глюкозинолаты, %	Кислотное число, мг КОН/г
128	Без удобрений	38,1	314	1,2	0,8	1,5
	$N_{80+30}P_{60}K_{90}+B$ – фон	38,7	528	1,4	0,8	1,8
	Фон + *S ₆₀	40,4	658	1,4	1,0	2,1
	Фон + **S ₆₀	39,6	615	1,0	0,9	1,8
	Фон + **S ₆₀ + Mg ₈	40,8	748	1,4	0,8	1,7
143	Без удобрений	39,3	365	1,5	0,9	1,2
	$N_{80+30}P_{60}K_{90}+B$ – фон	40,3	583	1,4	0,8	1,4
	Фон + *S ₆₀	39,8	686	0,9	0,8	1,4
	Фон + **S ₆₀	40,3	671	1,0	0,8	1,7
	Фон + **S ₆₀ + Mg ₈	41,5	772	1,0	0,9	1,5
250	Без удобрений	40,6	430	1,3	0,8	1,8
	$N_{80+30}P_{60}K_{90}+B$ – фон	40,8	728	1,3	0,9	2,5
	Фон + *S ₆₀	40,7	780	1,5	0,8	1,9
	Фон + **S ₆₀	40,8	741	1,3	0,8	1,5
	Фон + **S ₆₀ + Mg ₈	40,9	804	1,4	0,9	1,6
337	Без удобрений	41,5	366	1,4	0,9	1,7
	$N_{80+30}P_{60}K_{90}+B$ – фон	40,3	444	1,2	0,8	1,3
	Фон + *S ₆₀	41,2	435	1,1	0,9	1,7
	Фон + **S ₆₀	41,3	444	1,1	0,8	1,6
	Фон + **S ₆₀ + Mg ₈	41,3	447	1,0	0,8	2,6
НСП ₀₅ варианты		2,1				
НСП ₀₅ уровни MgO		2,2				
I класс		≥ 30	≤ 3,0		≤ 2,0	≤ 4,0
II класс		≥ 35	не нормированное		≤ 2,0	не нормированное

* Сера в форме фосфогипса.

** Сера в форме сульфата аммония.

Применение серосодержащих и магниевых удобрений экономически выгодным оказалось на первых трех уровнях содержания обменного магния в почве. Наибольший чистый доход 82,3–101,1 дол/га при уровне рентабельности 79–93% обеспечило применение сульфата магния и серы на фоне полного минерального удобрения на почве с содержанием 128, 143 и 250 мг/кг обменного магния.

Выводы

1. Повышение содержания обменного магния (MgO) в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со 128 до 250 мг/кг сопровождалось увеличением урожайности семян ярового рапса и сбора масла соответственно на 30–37% как на контрольных, так и удобренных вариантах. Дальнейшее увеличение содержания магния до 337 мг/кг было избыточным и приводило к снижению урожая рапса на 17–45%.

2. Эффективность применения магниевых и серосодержащих удобрений была выше при низком содержании обменного магния в почве и снижалась по мере увеличения его запасов в пахотном горизонте.

3. Наибольший чистый доход 82,3–101,1 дол/га обеспечило комплексное применение NPK + B удобрений, серы и некорневой подкормки сульфатом магния в диапазоне содержания в почве 128–250 мг/кг обменного магния.

Литература

1. Рапс / Д. Шпаар, Х. Гинапп, Д. Дрегер. Мн., 1999.
2. Частная селекция полевых культур / В. В. Пыльнев, Ю. Б. Коновалов, Т. И. Хупацария и др. М., 2005.
3. Адаптивные системы земледелия в Беларуси / В. Г. Гусаков, З. М. Ильина, Н. И. Смеян и др. Мн., 2001.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания сельско-хозяйственных культур: Сборник отраслевых регламентов. Мн., 2005.
5. Пилюк Я. Э., Белявский В. М., Сушкевич Л. В. // Земледелие. 1998. № 2. С. 42–44
6. Яровые масличные культуры / Д. Шпаар, Л. Адам, Х. Гинапп и др. Мн., 1999.
7. Минеев В. Г., Дурьшкина Е. А., Кочетавкин А. В. Практикум по агрохимии. М., 1989.
8. Практикум по агрохимии / И. Р. Вильдфлуш, С. П. Кукреш, С. Ф. Ходянкova и др. Мн., 1998.

I. M. BOGDEVITCH, O. L. MISHUK

EFFICIENCY OF MAGNESIUM AND SULFUR-CONTAINING FERTILIZERS UNDER SPRING RAPE SEED ON THE PODZOLUVISOL LOAM SOIL WITH DIFFERENT MAGNESIUM CONTENT

Summary

The studies of the efficiency of magnesium and sulfur-containing fertilizers in model field experiment with four different levels of exchange magnesium content in the soil are described in this article. A high seed yield response and an oil yield response to Mg and S-fertilizer in the MgO content 128–250 mg kg⁻¹ of the soil is found. A further increase in the magnesium content in the soil up to 337 mg kg⁻¹ was excessive and was followed by a significant reduction of the rape seed yield.