

8. Зерно и продукты его переработки. Методы определения белка: ГОСТ 10846-1991. – Введ. 01.06.1993. – Москва: Издательство стандартов, 2004. – С. 18-23.

9. Зерно и зернопродукты. Определение влажности (базовый контрольный метод): ГОСТ 29144-1991. – Введ. 01.10.92. – Москва: Издательство стандартов, 2004. – 9 с.

10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Колос, 1973. – 336 с.

11. Неттевич, Э.Д. Выращивание пивоваренного ячменя / Э.Д. Неттевич, З.Ф. Аниканова, Л.М. Романова; под ред. Э.Д. Неттевич. – Москва: Колос, 1998. – 208 с.

## **COMPLEX FERTILIZERS IN TECHNOLOGY OF BREWING BARLEY CULTIVATION**

**G.V. Pirogovskaya, A.M. Rusalovich, O.P. Sazonenko., V.I. Soroko, O.I. Isaeva, S.S. Khmelevskij, S.V. Filipenko, V.G. Senchenko**

### **Summary**

The article presents the results of research (2007-2010) on sod-podzolic light loamy soil of high fertility levels on the study of different compound fertilizer forms and doses with trace elements (copper and manganese) and biologically active substances in mainly application them into the soil on the yield and quality indicators of brewing barley of Ataman and Brewery varieties.

It is established that the use of complex fertilizer various forms with micronutrients and plant growth regulators in the technology of brewing barley cultivation has provided grain yield increase on 3,3-6,1 c/ha (by crop harvest 60,2-60 c/ha of barley Ataman variety and 42,7-46 c/ha – Brewery variety) in comparison with standard mixtures (by crop harvest of 56,9 and 42,7 c/ha). The best complex fertilizer marks with trace elements in these soils were: N:P:K = 9:13:18; N:P:K = 10:19:25; N:P:K = 13:19:25; N:P:K = 10:16:19 which provided the grain increase in the range of 4,2 to 6,1 c/ha with grain quality indicators (protein, starch content ) on the level of required standards.

*Поступила 21 октября 2010 г.*

УДК 633.853.494: 631.445.2:631.8

## **ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ УРОЖАЕМ ЯРОВОГО РАПСА ПРИ ИЗВЕСТКОВАНИИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ СЛАБОКИСЛОЙ ПОЧВЫ РАЗЛИЧНЫМИ ФОРМАМИ МЕЛИОРАНТОВ**

**Г.М. Сафроновская, И.А. Царук**

*Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь*

Рапс является не только ценной масличной культурой. При производстве растительного масла из семян рапса в качестве побочных продуктов получают жмыхи и экстракционные шроты, которые используются на корм животным. Расширение посевов рапса и озимой сурепицы до 500 тыс. га будет способствовать более полному обеспечению животноводческого сектора белком [1, 2].

Продуктивность сельскохозяйственных культур зависит от накопления элементов питания, поступление которых в растения в различные фазы роста и развития идет с различной интенсивностью и зависит от обеспеченности почвы основными элементами питания и погодных условий периода вегетации. Содержание основных элементов питания в основной и побочной продукции культур является показателем эффективности применяемых удобрений. От содержания и сбалансированности элементов питания в растениях зависит уровень урожайности и качество растениеводческой продукции [3].

Качество растениеводческой продукции в меньшей степени зависит от уровня кислотности почвы, чем от уровня применяемых удобрений [4]. Существует мнение, что значительные изменения в химическом составе растений наблюдаются в основном на сильнокислых почвах, на почвах со слабокислой реакцией среды известкование практически не изменяет содержания основных элементов питания в растениях. Переизвесткование слабокислой почвы и необоснованное внесение минеральных удобрений может привести к снижению урожайности и качества сельскохозяйственных культур, увеличению материальных и энергетических затрат.

Содержание питательных элементов в растениях является динамичным показателем, зависящим от множества факторов. Вынос основных элементов минерального питания урожаем зависит от биологической особенности культуры, условий ее возделывания. Наличие в известковых мелиорантах кальция положительно сказывается на развитии корневой системы растений. Содержащийся в доломитовой муке магний необходим для активизации процесса фотосинтеза в листовом аппарате. Вместе с тем, кальций и магний являются антагонистами для большинства элементов питания при поступлении их из почвы, что в известной мере влияет на химический состав растений.

В литературных источниках практически нет данных по влиянию известкования почвы различными формами мелиорантов на химический состав растений ярового рапса. Целью наших исследований являлось установить действие известкования дерново-подзолистой легкосуглинистой слабокислой почвы различными видами мелиорантов на химический состав растений и вынос их с урожаем ярового рапса.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению влияния известкования на продуктивность и качество ярового рапса проведены в 2008 и 2009 гг. в СПК «Щемяслица» Минского района на дерново-подзолистой суглинистой слабокислой почве, развивающейся на мощных легких лессовидных суглинках.

Опыт заложен в двух полях. Исследования проведены в звене севооборота: яровое тритикале Лана, горох WSB132.128, яровой рапс Антей, пелюшко-овсяная смесь. Общая площадь делянки – 50 м<sup>2</sup>, учетная – 40 м<sup>2</sup>. Схема опыта (представлена в таблицах по тексту) включала 9 вариантов. На фоне внесения различных доз азотного и калийного удобрения изучено влияние различных форм известковых мелиорантов (доломитовая мука, карбонатный сапропель, мел) на химический состав растений и вынос элементов питания урожаем ярового рапса. Повторность опыта 4-х кратная, размещение делянок – рендомизированное.

Пахотный слой почвы до закладки опыта характеризовался средним содержанием гумуса (2,1%), слабокислой реакцией среды рН<sub>KCl</sub> – 5,60-5,65, высоким

содержанием подвижного фосфора  $P_2O_5$  (0,2 М HCl) – (259-260 мг/кг почвы) и повышенным содержанием подвижного калия  $K_2O$  (0,2 М HCl) – (233-265 мг/кг почвы). Содержание обменного кальция CaO (1 М KCl) было средним – (978-998 мг/кг почвы), содержание обменного магния MgO (1 М KCl) – повышенным (202-205 мг/кг почвы).

В 2006 г. проведено известкование слабокислой почвы доломитовой мукой, карбонатным сапропелем и мелом, из расчета 5,3 т/га доломитовой муки, 10,2 т/га карбонатного сапропеля и 7,1 т/га мела. Кислотность почвы по вариантам опыта при возделывании ярового рапса находилась в интервале pH 5,56-6,57. Предшественником ярового рапса был горох сорт WSB 1.132.128. Норма высева семян рапса составила – 1,8 млн. всхожих семян на 1 га.

Метеорологические условия в 2008 и 2009 гг. различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков, что отразилось на продуктивности культуры. Вегетационный период 2008 г. характеризовался как умеренно влажный и теплый (ГТК=1,6.) В 2008 г. в июне ГТК составил 0,8, июле – 1,6, в августе был равен 1,1. Вегетационный период 2009 г. по значению ГТК 2,3 характеризовался как избыточно влажный с недостатком осадков в апреле и их избытком в июне-июле.

Агротехника возделывания ярового рапса – общепринятая для Республики Беларусь. Предпосевную обработку почвы выполняли АКШ-3,6. Под предпосевную культивацию были внесены минеральные удобрения в виде карбамида (46% N), аммонизированного суперфосфата (8% N и 30%  $P_2O_5$ ) и хлористого калия (60%  $K_2O$ ). Азотное удобрение вносили дробно: 90 кг/га перед севом, 30 кг/га в подкормку в период стеблевания. В фазу начала бутонизации проведена некорневая подкормка растений ярового рапса Адоб Бор 0,5 л/га (75 г бора на 1 га). Учет урожая семян ярового рапса проведен поделяночно.

Исследования и проведение лабораторных анализов осуществлялись по существующим методикам и ГОСТам. На посевах рапса в фазу розетки листьев, стеблевания, бутонизации, цветения, плодообразования поделяночно, с 0,25 м<sup>2</sup>, были отобраны растительные образцы для определения динамики потребления элементов питания растениями [1]. Статистическая обработка результатов исследований выполнена с использованием дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов по Б.А. Доспехову (1985) с использованием соответствующих программ на компьютере.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Помимо использования семян рапса для получения масла, зеленая масса культуры может служить ценным кормом, не уступающим по содержанию питательных веществ бобовым культурам. Зеленый корм отличается сочностью, хорошей переваримостью, незначительным содержанием клетчатки. Из зеленой массы рапса в смеси с другими культурами готовят питательный силос высокого качества, а также используют ее на сидеральное удобрение [1, 6, 7].

Химический состав растений зависит от интенсивности потребления элементов питания из запасов почвы в процессе вегетации. Потребление элементов растениями зависит от биологических особенностей сельскохозяйственных культур, факторов внешней среды, в том числе от кислотности почвенной среды.

Из результатов следует, что наибольшее количество основных элементов минерального питания в сухом веществе ярового рапса содержалось в фазу бу-

тонизации растений (табл. 1). К фазе созревания культуры происходило постепенное снижение концентрации элементов в растениях.

Содержание основных элементов питания в растениях рапса в период вегетации зависело от формы известкового мелиоранта и доз минеральных удобрений (азотного и калийного).

Применение в качестве известкового мелиоранта на слабокислой почве доломитовой муки способствовало увеличению содержания в сухой массе азота, фосфора и магния. На фоне доломитовой муки, содержащей магний и кальций, в результате антагонизма между магнием, калием и кальцием в фазы бутонизации, цветения и плодообразования концентрация калия и кальция в сухой массе растений снижалась. Так, при применении доломитовой муки совместно с  $N_{120}P_{75}K_{90}$  по отношению к варианту без внесения извести в фазу цветения содержание общего азота в растениях увеличилось на 0,28%, фосфора – на 0,75%, магния – на 0,04%. Концентрация калия при этом уменьшилась на 0,46%, кальция – на 0,19%.

На фоне известкования слабокислой почвы мелом содержание азота и фосфора в растениях рапса не изменялось, содержание калия и магния уменьшалось, кальция – увеличивалось. В фазу бутонизации культуры в варианте с минеральными удобрениями в дозах  $N_{120}P_{75}K_{90}$  содержание кальция увеличилось на 0,13%, калия – уменьшилось на 0,67, магния – на 0,05%.

На фоне известкования почвы карбонатным сапропелем в варианте с минеральными удобрениями в дозах  $N_{120}P_{75}K_{90}$  содержание азота в растениях увеличилось по всем фазам роста и развития на 0,23-0,49%, кальция – на 0,11-0,16%. Содержание фосфора и калия под влиянием карбонатного сапропеля значительно не изменялось.

Увеличение дозы азотного удобрения до 150 кг/га способствовало накоплению в растениях рапса азота. В фазу бутонизации культуры на фоне доломитовой муки с  $N_{150}P_{75}K_{150}$  содержание азота было на 0,43% выше, чем в варианте с  $N_{120}P_{75}K_{150}$ .

Концентрация калия в сухом веществе ярового рапса зависела от доз калийного удобрения. При увеличении дозы калия со 120 до 150 кг/га его количество в сухой массе растений в фазу бутонизации увеличилось на 1,01%, в фазу цветения – на 0,40%.

Изучение динамики поступления основных элементов питания в растения ярового рапса по основным фазам роста и развития показало, что на начальных этапах роста (в фазу стеблевания), поступление всех изучаемых элементов в растения рапса увеличивалось при известковании слабокислой почвы доломитовой мукой, мелом и карбонатным сапропелем (табл. 2).

Наибольшее потребление элементов минерального питания культурой отмечается в период бутонизации-цветения. В фазу бутонизации ярового рапса известкование слабокислой почвы доломитовой мукой способствовало увеличению потребления растениями азота, фосфора и магния на 23,1-8,2-2,0 кг/га соответственно. Потребление калия и кальция при этом не изменялось.

Применение в качестве известкового мелиоранта мела совместно с  $N_{120}P_{75}K_{90}$  способствовало поступлению в растения азота, фосфора и кальция, снижая потребление магния и незначительно калия. Потребление азота в фазу цветения увеличивалось на 13,3 кг/га, фосфора – на 7,4, кальция – 16,1 кг/га, потребление магния уменьшалось на 0,6 кг/га. Относительно калия, при известковании почвы мелом, отмечалась тенденция снижения поступления элемента и достоверное снижение его поступления на 17,9 кг/га только в фазу плодообразования, что объясняется антагонизмом данных элементов.

Таблица 1

Химический состав растений ярового рапса по основным фазам роста и развития при известковании дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы различными видами мелиорантов, (в среднем за 2 года), % сухого вещества

Вариант	фазы развития																							
	стеблевание						бутонизация						цветение						плодообразование					
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N			
Контроль	4,17	1,69	5,55	1,87	0,22	3,15	1,55	5,28	1,01	0,30	2,17	1,25	3,22	0,79	0,24	1,68	1,27	2,61	0,70	0,14				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>90</sub>	4,35	1,77	5,66	1,92	0,30	3,58	1,59	5,28	1,15	0,31	3,08	1,32	3,41	0,83	0,26	1,68	1,21	2,63	0,87	0,13				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> + д.м.	4,24	1,84	5,23	2,12	0,38	3,82	1,61	4,88	0,91	0,34	2,73	1,52	3,05	1,12	0,30	1,82	1,40	2,41	0,76	0,15				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>90</sub> + д.м.	4,52	1,86	6,07	2,01	0,45	4,05	1,72	4,82	0,96	0,35	3,36	2,07	3,21	0,75	0,32	1,68	1,36	2,43	0,79	0,14				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>120</sub> + д.м.	4,58	1,53	6,23	1,85	0,36	3,71	1,58	5,06	1,03	0,26	3,41	1,80	3,00	0,98	0,24	2,45	1,29	2,38	0,75	0,19				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>150</sub> + д.м.	4,61	1,60	6,47	1,78	0,24	3,47	1,56	6,07	1,07	0,27	3,25	1,54	3,40	1,03	0,25	1,89	1,34	2,52	0,67	0,26				
N <sub>150</sub> P <sub>75</sub> K <sub>150</sub> + д.м.	4,72	1,79	5,96	2,18	0,31	3,89	1,58	5,95	1,13	0,30	3,38	1,47	2,89	1,01	0,23	2,38	1,22	2,43	0,79	0,24				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>90</sub> + мел	4,53	1,78	5,69	2,35	0,30	3,65	1,68	4,61	1,28	0,26	3,22	1,41	3,22	1,10	0,24	1,75	1,25	2,22	0,90	0,10				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>90</sub> + к.с.	4,58	1,80	6,33	2,03	0,31	3,81	1,70	5,42	1,26	0,28	3,31	1,28	3,45	0,99	0,22	2,17	1,24	2,68	0,93	0,13				
HCP <sub>05</sub>	0,15	0,10	0,44	0,14	0,02	0,22	0,12	0,42	0,09	0,02	0,23	0,12	0,26	0,08	0,02	0,16	0,10	0,20	0,06	0,01				

Таблица 2  
**Динамика содержания элементов питания в биомассе ярового рапса при известковании дерново-подзолистой легкосуглинистой слабокислой почвы различными видами мелиорантов, (в среднем за 2 года), кг/га**

Вариант	Фазы развития																							
	стеблевание						бутонизация						цветение						плодообразование					
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	
Контроль	35,4	14,4	47,2	15,9	1,9	51,7	25,4	86,6	16,6	4,9	86,4	49,8	128,2	31,4	9,6	99,5	75,2	154,5	41,4	8,3				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>90</sub>	49,6	20,2	64,5	21,9	3,4	79,8	35,5	117,7	25,6	6,9	159,9	68,5	177,0	43,1	13,5	105,3	75,9	164,9	54,5	8,2				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> + Д.М.	51,3	22,3	63,3	25,7	4,6	79,5	33,5	101,5	18,9	7,1	137,3	76,5	153,4	56,3	15,1	111,6	85,8	147,7	46,6	9,2				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>90</sub> + Д.М.	64,2	26,4	86,2	28,5	6,4	102,9	43,7	122,4	24,4	8,9	187,5	115,5	179,1	41,9	17,9	113,2	91,7	163,8	53,2	9,4				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>120</sub> + Д.М.	68,7	23,0	93,5	27,8	5,4	98,3	41,9	134,1	27,3	6,9	199,5	105,3	175,5	57,3	14,0	177,1	93,3	172,1	54,2	13,7				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>150</sub> + Д.М.	75,1	26,1	105,5	29,0	3,9	105,1	47,3	183,9	32,4	8,2	201,2	95,3	210,5	63,8	15,5	144,0	102,1	192,0	51,1	19,8				
N <sub>150</sub> P <sub>75</sub> K <sub>150</sub> + Д.М.	74,1	28,1	93,6	34,2	4,9	114,4	46,5	174,9	33,2	8,8	206,2	89,7	176,3	61,6	14,0	178,7	91,6	182,5	59,3	18,0				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>90</sub> + мел	59,8	23,5	75,1	31,0	4,0	86,1	39,6	108,8	30,2	6,1	173,2	75,9	173,2	59,2	12,9	115,9	82,8	147,0	59,6	6,6				
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>90</sub> + к.с.	67,8	26,6	93,7	30,0	4,6	94,5	42,2	134,4	31,2	6,9	182,4	70,5	190,1	54,5	12,1	149,1	85,2	184,1	63,9	8,9				
НСР <sub>05</sub>	4,5	1,9	6,2	2,1	0,3	07,0	3,1	10,1	2,1	0,6	12,1	5,9	12,5	4,1	0,6	10,6	6,9	13,0	4,1	0,9				

Потребление изучаемых элементов питания на фоне применения карбонатного сапропеля увеличивалось по сравнению с вариантом без внесения мелиорантов. В фазу бутонизации при применении минеральных удобрений в дозах  $N_{120}P_{75}K_{90}$  на фоне карбонатного сапропеля потребление азота, фосфора, калия, кальция возрастало на 14,7-6,7-16,7-5,6 кг/га соответственно, в отношении магния наблюдалась тенденция к уменьшению. Потребление магния растениями рапса в этом варианте не было однозначным на протяжении вегетации и в фазу цветения достоверно уменьшалось на 1,4 кг/га.

Наибольшее потребление основных элементов питания по фазам роста и развития растений наблюдалось на фоне доломитовой муки. Таким образом, известкование дерново-подзолистой легкосуглинистой слабокислой почвы способствует большему потреблению элементов питания растениями ярового рапса, что в основном связано с созданием благоприятных условий для формирования урожая культуры.

Среднеранний, продуктивный сорт универсального использования Антей, является одним из стабильных и продуктивных сортов ярового рапса в Беларуси [2]. Урожайность семян ярового рапса в наших исследованиях в среднем за два года по вариантам опыта составляла 22,9-35,9 ц/га (табл. 3-4).

Таблица 3

**Влияние различных форм известковых мелиорантов на урожайность семян ярового рапса**

Вариант	Урожайность семян, ц/га			Прибавка урожая семян, ц/га		Окупаемость 1 т $CaCO_3$ , кг семян
	2008 г.	2009 г.	Средняя	к контролю	к варианту без внесения известковых материалов	
Контроль	27,8	18,1	22,9	—	—	—
$N_{120}P_{75}K_{90}$	33,9	25,1	29,4	6,5	—	—
$N_{120}P_{75}K_{90}$ + д.м.	36,7	28,2	32,4	9,5	3,0	59
$N_{120}P_{75}K_{90}$ + мел	35,3	26,6	30,9	8,0	1,5	29
$N_{120}P_{75}K_{90}$ + к.с.	37,2	29,0	33,0	10,1	3,6	72
НСР <sub>05</sub>	1,4	1,5	1,3			

Из результатов следует, что рапс положительно реагирует на внесение известковых мелиорантов. Известкование почвы доломитовой мукой, мелом и карбонатным сапропелем при применении минеральных удобрений ( $N_{120}P_{75}K_{90}$ ) способствовало росту урожайности семян соответственно на 3,0, 1,5 и 3,6 ц/га. Окупаемость 1 т  $CaCO_3$  составила 59, 29 и 72 кг семян. Следует отметить, что по влиянию на урожайность семян ярового рапса доломитовая мука практически не уступала карбонатному сапропелю. На фоне известкования доломитовой мукой применение калийного удобрения в дозах калия 90, 120 и 150 кг/га способствовало увеличению урожайности семян рапса соответственно на 5,6, 6,8 и 9,1 ц/га (табл. 4).

Окупаемость 1 кг калия при внесении в дозах 90, 120 и 150 кг/га существенно не различалась и составляла соответственно 6,2 5,7 и 6,1 кг семян. При повышении доз азота со 120 до 150 кг/га отмечалась только тенденция роста урожайности семян рапса. В среднем за 2 года на фоне известкования почвы долами-

## Плодородие почв и применение удобрений

товой мукой в варианте с  $N_{150}P_{75}K_{150}$  урожайность семян была наибольшей и составляла 36,7 ц/га.

Таблица 4

### Влияние различных доз калийного удобрения на урожайность семян ярового рапса при известковании дерново-подзолистой легкосуглинистой слабокислой почвы различными видами мелиорантов

Вариант	Урожайность семян, ц/га			Прибавка урожая семян, ц/га		Окупаемость 1 кг калия, кг семян
	2008 г.	2009 г.	средняя	к контролю	к варианту без внесения калия	
Контроль	27,8	18,1	22,9	–	–	–
$N_{120}P_{75}$ + д.м.	29,5	24,0	26,8	3,9	–	–
$N_{120}P_{75}K_{90}$ + д.м.	36,7	28,2	32,4	9,5	5,6	6,2
$N_{120}P_{75}K_{120}$ + д.м.	37,5	29,8	33,6	10,7	6,8	5,7
$N_{120}P_{75}K_{150}$ + д.м.	38,8	33,0	35,9	13,0	9,1	6,1
$N_{150}P_{75}K_{150}$ + д.м.	38,0	35,3	36,7	13,8	–	–
$HCP_{05}$	1,7	2,0	1,8			

Определение содержания основных элементов питания в семенах и соломе рапса является важным показателем, позволяющим в перспективе устанавливать дозы минеральных удобрений в зависимости от планируемой урожайности и условий возделывания. Солому рапса измельчают при уборке, используя на запашку в качестве органического удобрения, что является дополнительным источником питательных элементов следующей за ним культуры [1, 6, 7].

Проведенные анализы показали, что химический состав семян и соломы ярового рапса зависел не только от доз применяемых минеральных удобрений, но и от вида известковых мелиорантов (табл. 5).

Таблица 5

### Химический состав семян и соломы ярового рапса при известковании дерново-подзолистой легкосуглинистой слабокислой почвы различными видами мелиорантов, (в среднем за 2 года), % сухого вещества

Варианты	Семена					Солома				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Контроль	3,31	1,70	0,71	0,38	0,42	0,56	0,59	1,62	0,69	0,05
$N_{120}P_{75}K_{90}$	3,59	1,79	0,82	0,40	0,41	0,70	1,05	1,97	0,71	0,07
$N_{120}P_{75}$ + д.м.	3,59	1,76	0,73	0,44	0,50	0,66	1,08	1,85	0,81	0,10
$N_{120}P_{75}K_{90}$ + д.м.	3,61	1,83	0,76	0,42	0,48	0,72	1,13	2,04	0,78	0,11
$N_{120}P_{75}K_{120}$ + д.м.	3,54	1,78	0,72	0,44	0,45	0,75	1,07	2,18	0,75	0,08
$N_{120}P_{75}K_{150}$ + д.м.	3,58	1,77	0,85	0,43	0,48	0,77	1,11	2,45	0,78	0,07
$N_{150}P_{75}K_{150}$ + д.м.	3,66	1,80	0,84	0,41	0,44	0,84	1,08	2,38	0,76	0,08
$N_{120}P_{75}K_{90}$ + мел	3,52	1,81	0,69	0,50	0,40	0,68	1,14	2,05	0,96	0,07
$N_{120}P_{75}K_{90}$ + к.с.	3,60	1,82	0,83	0,39	0,43	0,76	1,11	2,08	0,75	0,08
$HCP_{05}$	0,28	0,14	0,06	0,03	0,04	0,06	0,09	0,17	0,06	0,03



Содержание азота и фосфора в семенах ярового рапса значительно выше, чем в соломе. Известкование дерново-подзолистой легкосуглинистой слабокислой почвы доломитовой мукой при внесении  $N_{120}P_{75}K_{90}$  способствовало увеличению содержания магния в семенах рапса на 0,07 %, соломе – на 0,04%, что связано со значительным его содержанием в данном мелиоранте. Содержание калия в семенах рапса при этом понизилось на 0,06%. В отношении азота, фосфора и кальция в семенах и соломе ярового рапса наблюдалась тенденция к их увеличению.

На фоне известкования мелом увеличивалось содержание в семенах рапса кальция на 0,1%, в соломе – на 0,25%, а также фосфора в соломе – на 0,09%. Содержание калия в семенах при применении мела снизилось на 0,13%.

На фоне карбонатного сапропеля при применении  $N_{120}P_{75}K_{90}$  содержание азота, фосфора, калия, кальция и магния не изменялось.

Содержание азота в семенах и соломе ярового рапса было наибольшим (3,66 и 0,84%) на фоне известкования доломитовой мукой в варианте с внесением повышенной дозы азота ( $N_{150}$ ). При увеличении доз азотного удобрения от  $N_{120}$  до  $N_{150}$  кг/га отмечался рост содержания азота в соломе, и лишь тенденция роста содержания элемента в семенах рапса (табл. 5).

На фоне доломитовой муки, при повышении доз калия от 120 до 150 кг/га, содержание калия в семенах рапса увеличивалось на 0,13%, в соломе – на 0,27%.

Общий вынос элементов питания растениями ярового рапса увеличивался по мере роста урожайности семян на фоне применения доломитовой муки и карбонатного сапропеля (рис. 1).

На фоне известкования доломитовой мукой, по сравнению с вариантом без известкования, вынос азота увеличился на 15,2 кг/га, фосфора – на 14,2 кг/га, калия – на 11,0 кг/га, кальция – на 7,1 кг/га, магния – на 5,0 кг/га. При известковании карбонатным сапропелем показатели выноса азота, фосфора, калия, кальция и магния возросли на 14,1, 10,2, 10,4, 3,6 и 2,3 кг/га соответственно.

При применении мела, вследствие меньшей урожайности семян рапса, общий вынос азота, калия и магния был на уровне варианта без внесения известковых мелиорантов. Вынос фосфора и кальция при внесении мела увеличился на 5,7 кг/га и 10,6 кг/га соответственно, вследствие увеличения концентрации этих элементов в соломе и семенах рапса.

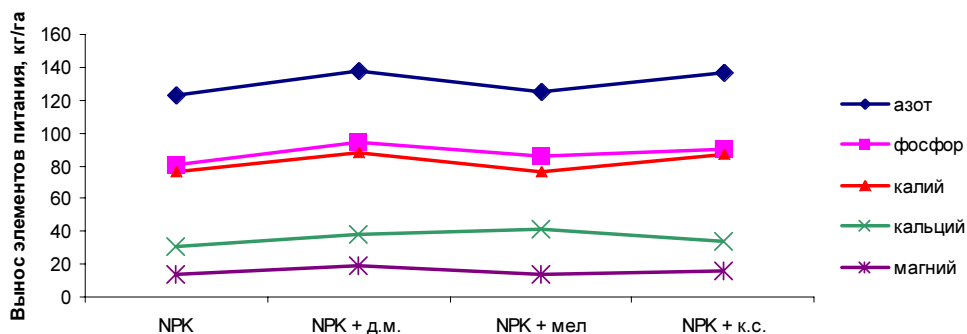


Рис. 1. Общий вынос элементов питания яровым рапсом при известковании дерново-подзолистой легкосуглинистой слабокислой почвы различными видами мелиорантов

Более постоянной величиной является удельный вынос элементов минерального питания 1 т основной продукции при соответствующем количестве побочной (табл. 6). Показатели удельного выноса элементов питания могут быть использованы для расчета доз удобрений под планируемую урожайность культуры. Повышение дозы азота со 120 до 150 кг/га увеличивало удельный вынос элемента с 37,6 до 38,6 кг/т (на 1 кг/т). Известкование почвы различными формами мелиорантов способствовало росту удельного выноса фосфора на 0,5-1,6 кг/т, однако сами формы мелиорантов не оказывали существенного влияния на вынос фосфора, значения которого по вариантам составляли 24,2-25,3 кг/т.

*Таблица 6*

**Влияние известкования дерново-подзолистой легкосуглинистой слабокислой почвы на удельный вынос элементов минерального питания растениями ярового рапса , 2008-2009 гг.**

Вариант	Удельный вынос, кг/т				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Контроль	33,2	19,6	19,7	9,1	4,0
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>90</sub>	36,3	23,7	22,5	9,0	4,1
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> + д.м.	36,6	24,5	22,4	10,8	5,2
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>90</sub> + д.м.	37,0	25,3	23,5	10,1	5,0
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>120</sub> + д.м.	36,7	24,2	24,3	10,0	4,5
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>150</sub> + д.м.	37,6	25,1	29,0	10,6	4,7
N <sub>150</sub> P <sub>75</sub> K <sub>150</sub> + д.м.	38,6	24,6	27,4	9,9	4,5
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>90</sub> + мел	35,5	24,3	21,7	11,7	4,0
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>90</sub> + к.с.	36,9	24,3	23,3	9,2	4,3

Увеличение доз калия с 90 до 150 кг/га повышало удельный вынос элемента соответственно с 23,5 до 29,0 кг/т. На рост удельного выноса кальция и магния урожаем практически не влияло применение карбонатного сапропеля. Внесение доломитовой муки, обладающей более длительным последствием, содержащей кальций и магний, способствовало увеличению удельного выноса кальция с 9,0 до 9,9-10,8 кг/т, магния – с 4,1 до 4,5-5,2 кг/т. Наибольший удельный вынос кальция получен при внесении мела – 11,7 кг/га.

### ВЫВОДЫ

Известкование дерново-подзолистой легкосуглинистой слабокислой почвы положительно влияло на урожайность семян ярового рапса. На химический состав семян и соломы культуры оказывало действие содержание в известковых мелиорантах кальция и магния.

1. Наибольшее количество азота (3,31-3,66%), фосфора (1,70-1,83%) и магния (0,40-0,50%) содержалось в сухой массе семян, чем в соломе рапса. При

этом в соломе преобладало содержание калия (1,62-2,45%) и кальция (0,69-0,96%). Достоверное повышение содержания в семенах и соломе рапса кальция получено при известковании почвы мелом – на 0,1% и 0,25 % соответственно. При известковании доломитовой мукой, по мере роста доз калийного удобрения, снижалось поступление кальция в семена и солому рапса, что обусловлено известным антагонизмом между элементами.

2. На рост удельного выноса кальция и магния урожаем ярового рапса практически не влияло применение карбонатного сапропеля. Внесение доломитовой муки, обладающей более длительным последствием, содержащей кальций и магний, способствовало увеличению удельного выноса кальция с 9,0 до 9,9-10,8 кг/т, магния – с 4,1 до 4,5-5,2 кг/т. Наибольший удельный вынос кальция культурой получен при внесении мела – 11,7 кг/га.

3. На фоне доломитовой муки повышение доз калия с 90 до 150 кг/га увеличивало содержание калия в сухой массе семян рапса на 0,09%, в соломе – на 0,41%. При этом, удельный вынос элемента возрастал с 23,5 до 29,0 кг/т соответственно, что еще обусловлено ростом урожайности семян от калийного удобрения. Увеличение дозы азота со 120 до 150 кг/га повышало удельный вынос элемента с 37,6 до 38,6 кг/т.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рапс / Шпаар Д. [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – Минск: ФУАинформ, 1999. – 208 с.
2. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов, 2-е изд., доп. и перераб. / «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.
3. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2002. – 184 с.
4. Клебанович, Н.В. Известкование почв Беларуси: монография / Н.В. Клебанович, Г.В. Василюк. – Минск: Изд-во БГУ, 2003. – 321 с.
5. Лапа В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2006. – С. 103.
6. Артемов, И.В. Рапс / И.В. Артемов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 44 с.
7. Яровые масличные культуры / Д. Шпаар [и др.]. – Мн.: ФУАинформ, 1999. – 288 с.

### CHEMICAL COMPOSITION AND REMOVAL OF NUTRITION ELEMENTS WITH HARVEST OF SPRING RAPE IN LIMING OF SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL WITH SLIGHTLY ACID VARIOUS FORMS OF AMELIORANTS

G.M. Safronovskaya, I.A.Tsaruk

#### Summary

When liming of sod-podzolic weakly acid soils of various forms of lime ameliorants positively influenced the yield of spring rape seeds on chemical composition of plants and take out the main elements nutrition crop yields.

The growth of the specific removal of calcium and magnesium yield practically did not affect the application of calcareous sapropel. The introduction of dolomite, which has a longer aftereffect containing calcium and magnesium, to an increase in the specific removal of calcium from 9,0 to 9,9-10,8 kg/t, magnesium – from 4,1 up to 4,5-5,2 kg/t.

The highest specific removal of calcium was obtained by making chalk – 11,7 kg/ha. Liming slightly acidic soil contributed to the growth of the specific removal of phosphorus on 0,5-1,6 kg/t, but the forms themselves ameliorants had no significant effect on the removal of phosphorus, the values of which the options were 24,2-25,3 kg/t.

On the background of dolomite powder increasing doses of dolomite potassium from 90 to 150 kg/ha increased the potassium content of the dry weight of rapeseed by 0,09% in the straw – on 0,41%. In this case, the specific removal of elements increases from 23,5 to 29,0 kg/t, respectively, more due to increase seed yield of potash fertilizer.

Increasing doses of nitrogen from 120 to 150 kg/ha increased the percentage removal of an element with 37,6 to 38,6 kg/t (1 kg/t).

*Поступила 8 октября 2010 г.*

УДК 631.84:633.1:631.445.2

## **БАЛАНС АЗОТА УДОБРЕНИЙ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ ПОД ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ\***

**Н.Н. Цыбулько<sup>1</sup>, Д.В. Киселева<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Департамент по ликвидации последствий катастрофы  
на Чернобыльской АЭС МЧС, г. Минск, Беларусь*

*<sup>2</sup>Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова,  
г. Могилев, Беларусь*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Проблема оптимизации круговорота азота в земледелии остается актуальной, несмотря на значительные результаты, достигнутые в этой области агрохимии. Интенсивность поглощения и включения азота в продукционный процесс определяется совокупностью процессов трансформации его в почве, биологическими особенностями сельскохозяйственных культур и физиологическими процессами, происходящими в растении.

Доля азота почвы в выносе элемента с урожаем обычно выше, чем из удобрений. Коэффициент использования азота удобрений сельскохозяйственными культурами на разных почвах колеблется от 12 до 70% [1, 2].

---

\*Работа выполнена в рамках проекта №Б06Р-039 Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.