

13. Что такое хелаты? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.reacom.info/faq.html>.

14. Школьник, М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. – Л.: Наука, 1974. – С. 252.

## **INFLUENCE MICROFERTILIZERS ON PRODUCTIVITY AND ECONOMIC EFFICIENCY CULTIVATION WINTER TRITICALE AND CORN ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL**

**I.R. Vildflush, E.M. Masterova**

### **Summary**

For the first time on the sod-podzolic loam soils north-eastern part of Belarus studies on the effect of microfertilizers in chelate form Adob Cu, Adob Mn and Adob Zn, complex preparation containing macro and microelements Basfoliar 36 extra, and complex preparations containing chelated micronutrients and growth regulators MicroSil–Copper–L and EleGum–Copper on yield and economic efficiency of cultivation of winter triticale and corn have been conducted.

*Поступила 22.04.14*

УДК 631.445: 631.821.1

## **УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОСА НА КИСЛОЙ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ И ФОРМ ИЗВЕСТКОВЫХ МЕЛИОРАНТОВ**

**Г.М. Сафроновская, Г.В. Пироговская**

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

### **ВВЕДЕНИЕ**

Просо как кормовая культура наиболее адаптирована к почвенным, температурным и гидрологическим условиям деградированных торфяных почв республики. Культура имеет растянутый период сева, обладает высокой засухоустойчивостью, возделывается на зеленый корм и зерно. Просо можно возделывать на продовольственные цели на загрязненных радионуклидами землях с учетом проведения агротехнических защитных мероприятий. В последние годы в структуре посевов сельскохозяйственных культур посевные площади проса составляют около 13 тыс. га, преимущественно в южных районах республики. Средняя урожайность зерна проса приближается к 20 ц/га. Однако для полного

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

удовлетворения собственных потребностей республики просо необходимо возделывать на площади 50–60 тыс. га [1, 2].

Для аграрной экономики проблема рационального использования деградированных торфяных почв имеет ключевое значение, поскольку их площади постоянно увеличиваются. По результатам 11 тура агрохимического обследования сельскохозяйственных земель республики, площади данных почв в регионах с их преобладанием составляли: в Брестской области – 82,3 тыс. га, в Гомельской – 53,9 тыс. га, в Минской – 37,8 тыс. га [3].

Основным приемом повышения плодородия всех типов почв республики является оптимизация их кислотности. В отличие от дерново-подзолистых, деградированные торфяные почвы слабо изучены с точки зрения нуждаемости их в известковании. Свойственная деградированным торфяным почвам природная неоднородность существенно отличает их от минеральных и торфяных почв. В настоящее время они известкуются как торфяные почвы, для которых в Беларуси оптимальным принят интервал кислотности рН 5,0–5,3, а к нуждающимся в известковании отнесены почвы с рН менее 5,0. В республике были проведены единичные эксперименты по изучению эффективности известкования торфяных почв (Мееровский А.С., Тиво П.Ф., Хапкина З.А.), а эффективность известкования деградированных торфяных почв в современных условиях практически не изучалась [4, 5].

Для определения реальной нуждаемости деградированных торфяных почв в известковании, уточнения доз известковых мелиорантов, прогноза изменения их кислотности требуется изучение эффективности их известкования в современных условиях. По мере накопления экспериментальных данных нормативы затрат известки для сдвига реакции среды на 0,1 рН и нормативы окупаемости известки урожаем периодически обновляются.

В республике стандартным и универсальным мелиорантом на всех типах кислых почв является доломитовая мука. Однако в результате длительного периода ее применения на пахотных землях значительно увеличилось содержание обменного магния (свыше 300 мг/кг), что обусловило необходимость периодического использования мелиорантов, не содержащих магний в своем составе.

Кроме этого, из всех форм мелиорантов на сегодняшний день доломитовая мука является самой дорогостоящей. Примерно одинаковая агрономическая эффективность различных форм известковых мелиорантов позволяет проводить поддерживающее известкование кислых почв более дешевыми и быстродействующими формами мелиорантов, такими как дефекат, мел, карбонатный сапропель.

С целью решения экологических проблем и энергосбережения необходимо оценить агрономическую и экономическую эффективность применения на деградированных торфяных кислых почвах местных видов промышленных отходов в качестве мелиорантов – дефеката и фосфогипса отвального. Отход свекло-сахарного производства дефекат в настоящее время ежегодно используется в качестве известкового мелиоранта на кислых почвах на площади более 20 тыс. га. Использование отхода производства фосфорных удобрений на ОАО «Гомельский химический завод» фосфогипса отвального в чистом виде в качестве мелиоранта широко не практикуется. При этом имеют место результаты многочисленных опытов в разных странах по его положительному влиянию на продуктивность

культур и плодородие минеральных почв как в чистом виде, так и в смесях с другими мелиорантами [6–9].

В последнее время в республике увеличилась стоимость известкования 1 га доломитовой мукой (до 165 USD/га), вследствие чего объемы бюджетного финансирования на известкование кислых почв значительно сокращены. Одним из способов удешевления работ по известкованию и поддержанию плодородия почв является полная или частичная периодическая замена доломитовой муки более дешевыми в применении промышленными кальцийсодержащими отходами, накопление которых ежегодно увеличивается. Экономически целесообразным ранее считалось применение промышленных отходов на расстояние 50–60 км. В настоящее время в республике при продуктивности сельскохозяйственных культур на пашне около 45 ц/га к.ед. прибавка от 1 т  $\text{CaCO}_3$  в севообороте в среднем составляет 0,73 ц/га к.ед.

Перспективы использования промышленных отходов в качестве мелиорантов в чистом виде и в смесях с доломитовой мукой в сельскохозяйственном производстве хотя и не вызывают сомнения, но требуют конкретизации доз, форм и соотношения в смесях для разных по составу почв и под различные культуры.

На деградированных торфяных кислых почвах актуальным является создание с помощью различных форм мелиорантов и удобрений таких агрохимических свойств, которые с экономической точки зрения максимально окупаются прибавкой урожая. В этой связи важно установление влияния известковых мелиорантов на химический состав и качество растениеводческой продукции для совершенствования технологии возделывания культур на деградированных торфяниках в направлении снижения ресурсоемкости и улучшения качества сельскохозяйственной продукции.

Цель наших исследований состояла в определении агрономической эффективности различных доз, форм и смесей мелиорантов в первый год действия на кислой деградированной торфяной почве при возделывании проса на зеленую массу и зерно.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В ОАО «Хотляны» Узденского района в двух последовательно открывающихся полях в 2011 г. заложен полевой стационарный опыт по изучению эффективности известкования деградированной торфяной кислой почвы различными дозами, формами и смесями мелиорантов. Исследования проведены в звене севооборота: просо сорт Галинка (2011–2012 гг.), пелюшко-овсяная смесь (на зеленую массу) с подсевом однолетнего райграса, кукуруза. Предшественник – многолетние злаковые травы.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы перед закладкой опыта следующая: pH 4,69–4,97; Нг – 17,5–30,5 смоль(+)/кг; содержание органического вещества в среднем – 25%, обменного кальция – 4570 мг/кг, обменного магния – 340 мг/кг, подвижных форм фосфора и калия – 275 и 290 мг/кг, обменного марганца – 15,2 мг/кг, подвижных форм меди и цинка – 4,6 и 9,2 мг/кг.

В опыте с просом изучалось действие различных доз (2,0, 4,0 и 6,0 т/га  $\text{CaCO}_3$ ) и форм известковых мелиорантов: доломитовой муки – ГОСТ 14050–93,

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

дефектата свекловичного и дефектата сырца – ТУ РБ 37602662.630–99, фосфогипса отвального – ТУ РБ 400069905.024–2004 и мелиоранта на основе фосфогипса марки Ф – ТУ РБ 00203714.014–2000, а также смесей доломитовой муки с фосфогипсом отвальным или мелиорантом на основе фосфогипса в различных соотношениях физического веса (смеси 1–4), смесей дефектата с доломитовой мукой на производительную способность и агрохимические свойства деградированной торфяной почвы. Известкование почвы поля 1 и 2 проведено соответственно весной и осенью 2011 г. под культивацию.

Повторность вариантов опыта – 4-кратная. Площадь деланки – 50 м<sup>2</sup> (5x10), учетная площадь – 40 м<sup>2</sup>.

### Схема опыта

1. Контроль без удобрений
2. N<sub>60+30</sub> P<sub>60</sub> K<sub>150</sub> – фон  
3 блока с дозами извести – 2,0, 4,0 и 6,0 т/га CaCO<sub>3</sub>
3. Фон + доломитовая мука
4. Фон + дефекат свекловичный
- 4а. Фон + дефекат свекловичный 50% с доломитовой мукой 50%
- 4б. Фон + дефекат сырца
- 4в. Фон + дефекат сырца 50% с доломитовой мукой 50%
5. Фон + фосфогипс отвальный
6. Фон + смесь 1 (доломитовая мука 25% с фосфогипсом отвальным 75%)
7. Фон + смесь 2 (доломитовая мука 50% с фосфогипсом отвальным 50%)
8. Фон + смесь 3 (доломитовая мука 75% с фосфогипсом отвальным 25%)
9. Фон + смесь 4 (доломитовая мука 50% с мелиорантом на основе фосфогипса 50%)

Основные характеристики мелиорантов: доломитовая мука с содержанием 100% д.в. в пересчете на CaCO<sub>3</sub> и влажностью менее 1%; дефекат – 85,8% CaCO<sub>3</sub> и влажностью 23–29%; мелиорант на основе фосфогипса – 76% CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – не более 1,5%, фтор – не более 0,3%, влажность – не более 30%; фосфогипс отвальный – 76% CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – не более 0,25%, фтор – не более 0,2%, влажность – не более 20%.

В пересчете на физический вес исследуемые уровни доз мелиорантов (2,0, 4,0 и 6,0 т/га CaCO<sub>3</sub>) соответственно составляли: доломитовая мука – 2,1, 4,2 и 6,3 т/га; дефекат – 2,6, 5,3 и 7,9 т/га; фосфогипс отвальный – 4,94, 9,88 и 14,8 т/га, смесь 1 – 2,6, 5,1 и 7,6 т/га, смесь 2 – 3,2, 6,4 и 9,6 т/га, смесь 3 – 4,1, 8,2 и 12,3 т/га, смесь 4 – 3,2, 6,5 и 9,7 т/га; смесь доломитовой муки с дефекатом – от 2,6, 5,2 и 7,8 т/га.

Минеральные удобрения под просо внесены в дозах  $N_{60+30}P_{60}K_{150}$  кг/га под предпосевную культивацию. Сев проса Галинка проведен в середине мая нормой высева 3 млн/га всхожих семян, всходы проса обработаны гербицидом Секатор турбо (0,1 кг/га), в фазу начала трубкования – подкормка мочевиной из расчета 30 кг/га азота. Осуществлен поделяночный учет урожайности проса на зеленую массу и зерно.

Лабораторные анализы проводили по следующим методикам и ГОСТам. Деградированная торфяная почва анализировались по методам, предназначенным для торфяных почв. Остаточное количество органического вещества – методом определения зольности торфа по ГОСТ 11306–83; обменная кислотность ( $pH_{KCl}$ ) – потенциометрическим методом в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26483–85); гидролитическая кислотность (Нг) – по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 261212–84); содержание подвижного фосфора и калия – по методу Кирсанова в 0,2 М HCl в модификации ЦИНАО с последующим определением подвижного фосфора на фотоэлектроколориметре, калия – на пламенном фотометре (ГОСТ 26207 – 91); обменный кальций и магний – из вытяжки 1 М KCl методом атомно-абсорбционной спектроскопии в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26487–85).

В растительных образцах проса определяли общий азот, фосфор, калий, кальций, магний из одной навески после мокрого озоления серной кислотой; азот и фосфор – на фотоэлектроколориметре (ГОСТ 26657 – 97), калий – пламенно-фотометрическим методом; кальций и магний – на атомно-абсорбционном спектрофотометре. Аминокислотный состав зерна проса – методом жидкостной хроматографии на компьютеризированном приборе «HP Agilent 1100 Series».

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Просо не выносит очень кислых почв, поэтому для его возделывания рекомендован уровень pH 5,5–6,5 и обеспеченность подвижным калием и фосфором не менее 150 мг/кг почвы. В наших исследованиях в среднем за 2 года установлено, что известкование деградированной торфяной кислой почвы различными дозами, формами и смесями мелиорантов положительно влияло на урожайность зеленой массы и зерна культуры (табл. 1, 2). В первый год действия известки достоверный прирост урожайности зеленой массы проса получен практически от всех форм мелиорантов и их смесей в дозах внесения  $CaCO_3$  2,0 и 4,0 т/га. На блоке с внесением мелиорантов в дозе 2,0 т/га  $CaCO_3$  прибавка зеленой массы составила 15–34 ц/га при окупаемости 1 т  $CaCO_3$  7,5–17,0 ц/га. Наибольшие прибавки зеленой массы проса в первый год действия обеспечил дефекат в дозе внесения 2,0 т/га  $CaCO_3$  – 31–34 ц/га с окупаемостью 1 т  $CaCO_3$  15,5–17,0 ц/га зеленой массы.

На блоке с использованием мелиорантов в дозе 4,0 т/га  $CaCO_3$  урожайность зеленой массы культуры увеличилась на 16–23 ц/га при окупаемости 1 т  $CaCO_3$  4,0–5,8 ц/га.

Фосфогипс отвалный в целом положительно влиял на урожайность зеленой массы проса во всех дозах применения, обеспечивая лишь тенденцию ее роста. Внесение доломитовой муки с фосфогипсом отвальным в смесях в различных соотношениях физического веса в дозе  $CaCO_3$  2,0 т/га повышало

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

урожайность зеленой массы проса на 15–19 ц/га при окупаемости 1 т  $\text{CaCO}_3$  7,5–9,5 ц/га. Увеличение доз данных мелиорантов в смесях до 4,0 т/га  $\text{CaCO}_3$  способствовало росту урожайности проса до 13–22 ц/га зеленой массы при окупаемости 1 т  $\text{CaCO}_3$  4,3–5,5 ц/га зеленой массы.

При увеличении дозы  $\text{CaCO}_3$  до 6,0 т/га в большинстве вариантов опыта отмечалась лишь тенденция роста урожайности зеленой массы проса. На этом уровне доз внесения извести только доломитовая мука и ее смесь с дефекатом обеспечили достоверный ее прирост соответственно на 17 ц/га и 11 ц/га с более низкой окупаемостью 1 т  $\text{CaCO}_3$  на уровне 2,8 и 1,8 ц/га зеленой массы.

Наибольшее влияние на урожайность зерна проса в первый год действия оказали мелиоранты в дозе внесения 4,0 т/га  $\text{CaCO}_3$ , обеспечив достоверный прирост зерна 3,0–4,0 ц/га с окупаемостью 1 т  $\text{CaCO}_3$  0,7 и 1,0 ц/га зерна (табл. 2). Достоверные прибавки зерна от доз мелиорантов 2,0 т/га  $\text{CaCO}_3$  несколько ниже – 2,2–3,0 ц/га при более высокой окупаемости 1 т  $\text{CaCO}_3$ , составляющей 1,1–1,5 ц/га зерна.

При этом доломитовая мука в дозах внесения 2,0, 4,0 и 6,0 т/га  $\text{CaCO}_3$  достоверно повышала урожайность зерна проса соответственно на 2,5, 3,7 и 3,6 ц/га. Прибавки зерна от фосфогипса в дозах 2,0 и 4,0 т/га  $\text{CaCO}_3$  составляли 2,2 и 4,0 ц/га, прирост зерна от дефеката и его смесей с доломитовой мукой – от 2,3 до 3,6 ц/га. Урожайность зерна проса от отдельных смесей доломитовой муки с фосфогипсом в дозах внесения 2,0–4,0 т/га  $\text{CaCO}_3$  повышалась от 3,0 до 3,8 ц/га.

Масса 1000 зерен проса по годам и вариантам опыта изменялась в широких пределах – от 5,9 до 7,8 г, однако закономерного влияния известковых мелиорантов на данный показатель не установлено.

Таблица 1

### Урожайность зеленой массы проса при известковании кислой деградированной торфяной почвы различными дозами, формами и смесями мелиорантов

Вариант	Урожайность зеленой массы проса, ц/га			Прибавка зеленой массы, ц/га	Прибавка на 1 т $\text{CaCO}_3$ , ц/га
	2011 г.	2012 г.	средняя		
1. Контроль	114	151	133	–	–
2. $\text{N}_{60+30} \text{P}_{60} \text{K}_{150}$ – фон	146	247	197	64	–
<b>2,0 т/га <math>\text{CaCO}_3</math></b>					
3. Фон + доломитовая мука	150	278	214	17	8,5
4. Фон + дефекат свекловичный	153	308	231	34	17,0

Вариант	Урожайность зеленой массы проса, ц/га			При- бавка зеленой массы, ц/га	Прибавка на 1 т CaCO <sub>3</sub> , ц/га
	2011 г.	2012 г.	средняя		
4а. Фон + дефекат свекловичный + доломитовая мука	148	305	227	30	15,0
4б. Фон + дефекат сырец	152	303	228	31	15,5
4в. Фон + дефекат сырец + доломитовая мука	149	307	228	31	15,5
5. Фон + фосфогипс	155	250	203	6	3,0
6. Фон + смесь 1	156	275	216	19	9,5
7. Фон + смесь 2	155	276	216	19	9,5
8. Фон + смесь 3	154	270	212	15	7,5
9. Фон + смесь 4	156	268	212	15	7,5
НСР <sub>05</sub> варианты	6,0	23,7		12,5	
<b>4,0 т/га CaCO<sub>3</sub></b>					
3. Фон + доломитовая мука	153	280	217	20	5,0
4. Фон + дефекат свекловичный	152	288	220	23	5,8
4а. Фон + дефекат свекловичный + доломитовая мука	152	284	218	21	5,3
4б. Фон + дефекат сырец	153	286	220	23	5,8
4в. Фон + дефекат сырец + доломитовая мука	151	283	217	20	5,0
5. Фон + фосфогипс	157	260	209	12	3,0
6. Фон + смесь 1	159	271	215	18	4,5
7. Фон + смесь 2	155	270	213	16	4,0
8. Фон + смесь 3	157	281	219	22	5,5
9. Фон + смесь 4	156	264	210	13	4,3
НСР <sub>05</sub> варианты	5,5	23,6		12,2	

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

Окончание табл. 1

Вариант	Урожайность зеленой массы проса, ц/га			Прибавка зеленой массы, ц/га	Прибавка на 1 т CaCO <sub>3</sub> , ц/га
	2011 г.	2012 г.	средняя		
<b>6,0 т/га CaCO<sub>3</sub></b>					
3. Фон + доломитовая мука	151	277	214	17	2,8
4. Фон + дефекат свекловичный	153	254	204	7	1,2
4а. Фон + дефекат свекловичный + доломитовая мука	154	260	207	10	1,7
4б. Фон + дефекат сырец	153	258	206	9	1,5
4в. Фон + дефекат сырец + доломитовая мука	154	261	208	11	1,8
5. Фон + фосфогипс	151	261	206	9	1,5
6. Фон + смесь 1	154	256	205	8	1,3
7. Фон + смесь 2	151	251	201	4	0,7
8. Фон + смесь 3	153	257	205	8	1,3
9. Фон + смесь 4	151	257	204	7	1,2
НСР <sub>05</sub> варианты	4,3	20,0	10,2		
НСР <sub>05</sub> уровни доз извести	3,1	9,6	5,2		

Таблица 2

Урожайность зерна проса при известковании кислой деградированной торфяной почвы различными дозами, формами и смесями мелиорантов

Вариант	Урожайность зерна, ц/га			Прибавка, ц/га	Прибавка на 1 т CaCO <sub>3</sub> , ц/га	Масса 1000 зерен, г	
	2011 г.	2012 г.	средняя			2011 г.	2012 г.
1. Контроль	13,6	22,0	17,8	–	–	6,5	6,1
2. N <sub>60+30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>150</sub> – фон	16,4	27,5	22,0	4,2	–	7,0	6,2

Вариант	Урожайность зерна, ц/га			Прибавка, ц/га	Прибавка на 1 т CaCO <sub>3</sub> , ц/га	Масса 1000 зерен, г	
	2011 г.	2012 г.	средняя			2011 г.	2012 г.
<b>2,0 т/га CaCO<sub>3</sub></b>							
3. Фон + доломитовая мука	19,5	31,4	24,5	2,5	1,3	6,6	6,1
4. Фон + дефекат свекловичный	18,1	30,5	24,3	2,3	1,2	6,1	6,1
4а. Фон + дефекат свекловичный + доломитовая мука	17,9	29,7	23,8	1,8	0,9	6,3	6,1
4б. Фон + дефекат сырец	18,3	29,9	24,1	2,1	1,1	6,0	6,2
4в. Фон + дефекат сырец + доломитовая мука	18,8	31,0	24,9	2,9	1,5	6,5	6,3
5. Фон + фосфогипс	19,8	28,9	24,4	2,2	1,1	7,8	6,2
6. Фон + смесь 1	21,0	29,1	25,0	3,0	1,5	6,6	6,2
7. Фон + смесь 2	16,7	28,9	23,8	1,8	0,9	6,3	6,9
8. Фон + смесь 3	17,3	29,2	23,3	1,3	0,7	7,1	6,1
9. Фон + смесь 4	21,0	29,0	25,0	3,0	1,5	6,0	6,0
НСР <sub>05</sub> варианты	2,86	3,02	2,15				
<b>4,0 т/га CaCO<sub>3</sub></b>							
3. Фон + доломитовая мука	20,9	32,4	25,7	3,7	0,9	6,6	5,7
4. Фон + дефекат свекловичный	19,2	31,1	25,2	3,2	0,8	7,6	6,1
4а. Фон + дефекат свекловичный + доломитовая мука	19,0	32,2	25,6	3,6	0,9	6,9	6,2
4б. Фон + дефекат сырец	18,6	30,2	24,4	2,4	0,6	6,5	6,0
4в. Фон + дефекат сырец + доломитовая мука	18,5	30,3	24,4	2,4	0,6	6,4	6,2
5. Фон + фосфогипс	22,5	29,6	26,0	4,0	1,0	6,3	6,1

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

Окончание табл. 2

Вариант	Урожайность зерна, ц/га			Прибавка, ц/га	Прибавка на 1 т CaCO <sub>3</sub> , ц/га	Масса 1000 зерен, г	
	2011 г.	2012 г.	средняя			2011 г.	2012 г.
6. Фон + смесь 1	20,8	29,7	25,3	3,3	0,8	6,9	6,2
7. Фон + смесь 2	19,5	32,1	25,8	3,8	0,9	7,2	6,2
8. Фон + смесь 3	20,7	29,3	25,0	3,0	0,7	6,7	6,1
9. Фон + смесь 4	19,0	30,2	24,6	2,6	0,6	6,8	5,9
НСП <sub>05</sub> варианты	2,80	4,60	2,71				
<b>6,0 т/га CaCO<sub>3</sub></b>							
3. Фон + доломитовая мука	20,7	30,4	25,6	3,6	0,6	6,5	5,9
4. Фон + дефекат свекловичный	19,5	29,2	24,4	2,2	0,3	6,5	6,2
4а. Фон + дефекат свекловичный + доломитовая мука	18,7	30,1	24,4	2,4	0,4	6,3	6,1
4б. Фон + дефекат сырец	19,1	28,8	24,0	2,0	0,3	6,6	6,3
4в. Фон + дефекат сырец + доломитовая мука	18,0	29,5	23,8	1,8	0,3	7,0	6,1
5. Фон + фосфогипс	19,0	27,9	23,5	1,5	0,2	6,7	6,3
6. Фон + смесь 1	21,4	28,0	24,7	2,7	0,5	6,3	6,1
7. Фон + смесь 2	19,7	29,5	24,6	2,6	0,4	6,6	6,0
8. Фон + смесь 3	18,1	30,4	24,3	2,3	0,4	7,0	6,7
9. Фон + смесь 4	18,8	28,4	23,6	1,6	0,2	6,8	6,4
НСП <sub>05</sub> варианты	2,85	4,32	2,78			0,86	0,50
НСП <sub>05</sub> уровни доз извести	1,53	2,33	1,81				

Изучение химического состава зеленой массы и зерна проса, возделываемого на известкованной деградированной торфяной кислой почве, показало, что различия в содержании основных элементов питания в сухой массе растениеводческой продукции в большей мере обусловлены биологическими

особенностями культуры, условиями вегетации по годам и в некоторой мере применением минеральных удобрений и мелиорантов (табл. 3 и 4).

В наших исследованиях зеленая масса и зерно проса в основном различались содержанием калия, а по количеству азота, фосфора, кальция и магния в сухом веществе они были близки. В зеленой массе проса содержание общего азота по вариантам опыта в 2011 г. составляло 2,66–3,22%, в 2012 г. – 2,0–3,93% сухого вещества, а в зерне – 1,96–2,66% и 1,67–3,13% соответственно. Наиболее значительно по годам изменялось содержание фосфора в зеленой массе и зерне проса, что в основном вызвано разными сроками внесения извести под культуру по годам (весна и осень) в совокупности с различием в погодных условиях вегетационных периодов. В сухой массе проса количество фосфора по вариантам в 2011 г. (известкование проведено весной перед севом) находилось на уровне 0,40–0,81%, а в 2012 г. (известкование проведено с осени 2011 г.) увеличилось до 1,06–1,84%. В зерне проса количество фосфора в 2011 г. составляло 0,46–1,05%, а в 2012 г. увеличилось до 1,19–1,53% сухого вещества.

Содержание калия в сухой массе проса за 2011 г. и 2012 г. изменялось незначительно и соответственно составляло 2,69–5,40% и 3,01–4,34%, где минимальные значения элемента отмечались в вариантах без внесения удобрений. В зерне проса содержание калия по годам изменялось в пределах – 0,40–0,50% и 0,38–0,70% сухой массы.

В зеленой массе проса количество кальция по вариантам опыта в 2011 г. и 2012 г. составляло соответственно 0,16–0,36% и 0,31–0,63%, в зерне оно было ниже – 0,04–0,14% и 0,09–0,32% сухой массы. Магния в зеленой массе проса в годы исследований содержалось 0,22–1,15% и 0,25–0,44%, а в зерне – 0,09–0,70% и 0,12–0,20%.

Таблица 3

**Содержание основных элементов питания в зеленой массе проса при известковании кислой деградированной торфяной почвы различными дозами, формами мелиорантов и их смесями**

Вариант	N <sub>общ.</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		Ca		Mg	
	% сухого вещества									
	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.
1. Контроль	2,94	3,40	0,53	1,55	2,69	3,01	0,19	0,38	0,24	0,27
2. N <sub>60+30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>150</sub> – фон	2,94	3,93	0,44	1,56	3,42	4,05	0,18	0,39	0,22	0,25
<b>2,0 т/га CaCO<sub>3</sub></b>										
3. Фон + доломитовая мука	3,08	2,29	0,49	1,36	3,22	3,06	0,16	0,40	0,30	0,37

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

Продолжение табл. 3

Вариант	N <sub>общ.</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		Ca		Mg	
	% сухого вещества									
	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.
4. Фон + дефекат	3,22	2,05	0,81	1,52	4,70	3,93	0,32	0,42	0,98	0,41
5. Фон + фосфогипс	2,80	3,40	0,40	1,60	3,29	3,94	0,18	0,60	0,22	0,34
6. Фон + смесь 1	2,73	3,39	0,66	1,73	4,50	4,29	0,28	0,54	0,98	0,32
7. Фон + смесь 2	3,22	2,00	0,81	1,39	4,50	3,89	0,31	0,40	0,97	0,25
8. Фон + смесь 3	2,80	3,40	0,69	1,57	4,50	4,02	0,27	0,43	0,98	0,40
9. Фон + смесь 4	2,80	3,40	0,75	1,40	5,05	3,41	0,35	0,34	1,08	0,44
<b>4,0 т/га CaCO<sub>3</sub></b>										
3. Фон + доломитовая мука	2,87	3,40	0,45	1,84	3,39	3,64	0,17	0,46	0,42	0,48
4. Фон + дефекат	3,08	2,87	0,79	1,68	5,40	4,26	0,34	0,40	1,02	0,34
5. Фон + фосфогипс	2,94	3,27	0,56	1,50	3,20	4,26	0,18	0,50	0,24	0,33
6. Фон + смесь 1	2,80	2,53	0,75	1,63	2,95	3,88	0,31	0,43	1,08	0,30
7. Фон + смесь 2	3,15	3,33	0,76	1,50	3,25	4,33	0,31	0,50	1,03	0,33
8. Фон + смесь 3	2,66	2,47	0,73	1,60	3,80	3,88	0,29	0,47	1,03	0,35
9. Фон + смесь 4	3,01	2,27	0,46	1,32	3,80	4,32	0,17	0,31	0,23	0,30
<b>6,0 т/га CaCO<sub>3</sub></b>										
3. Фон + доломитовая мука	2,66	3,07	0,73	1,66	3,45	4,09	0,16	0,37	1,05	0,33
4. Фон + дефекат	2,94	3,00	0,76	1,33	4,20	4,21	0,32	0,63	1,05	0,29
5. Фон + фосфогипс	2,87	2,53	0,75	1,06	3,25	4,17	0,32	0,42	1,07	0,25
6. Фон + смесь 1	2,80	2,07	0,74	1,36	4,60	4,34	0,34	0,40	1,15	0,28
7. Фон + смесь 2	3,15	2,53	0,75	1,39	3,50	4,05	0,36	0,35	1,08	0,32

Вариант	N <sub>общ.</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		Ca		Mg	
	% сухого вещества									
	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.
8. Фон + смесь 3	2,66	3,13	0,76	1,44	3,00	4,16	0,32	0,30	0,57	0,28
9. Фон + смесь 4	2,80	3,39	0,71	1,66	4,20	3,77	0,25	0,40	0,97	0,32
НСР <sub>05</sub> варианты	0,18	0,25	0,21	0,19	1,01	0,43	0,07	0,06	0,56	0,03
НСР <sub>05</sub> уровни доз извести	0,10	0,14	0,12	0,08	0,5	0,21	0,04	0,03	0,03	0,01

Таблица 4

**Содержание основных элементов питания в зерне проса при известковании кислой деградированной торфяной почвы различными дозами, формами мелиорантов и их смесями**

Вариант	N <sub>общ.</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		Ca		Mg	
	% сухого вещества									
	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.
1. Контроль	1,96	2,71	0,75	1,50	0,47	0,49	0,05	0,16	0,11	0,18
2. N <sub>60+30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>150</sub> – фон	2,10	2,01	0,79	1,40	0,48	0,41	0,05	0,13	0,12	0,14
<b>2,0 т/га CaCO<sub>3</sub></b>										
3. Фон + доломитовая мука	2,52	2,93	0,82	1,48	0,45	0,44	0,05	0,32	0,15	0,18
4. Фон + дефекат	2,17	3,00	1,0	1,53	0,43	0,44	0,08	0,18	0,67	0,17
5. Фон + фосфогипс	2,45	1,67	0,76	1,48	0,40	0,54	0,05	0,16	0,10	0,17
6. Фон + смесь 1	2,17	3,13	0,99	1,48	0,44	0,42	0,10	0,15	0,67	0,14
7. Фон + смесь 2	2,17	2,27	0,97	1,53	0,43	0,48	0,10	0,13	0,67	0,16
8. Фон + смесь 3	2,17	2,20	1,05	1,43	0,50	0,52	0,13	0,14	0,70	0,13

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

Окончание табл. 4

Вариант	N <sub>общ.</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		Ca		Mg	
	% сухого вещества									
	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.
9. Фон + смесь 4	2,38	2,20	0,84	1,46	0,45	0,47	0,05	0,12	0,11	0,15
<b>4,0 т/га CaCO<sub>3</sub></b>										
3. Фон + доломитовая мука	2,24	1,87	0,91	1,40	0,49	0,42	0,04	0,14	0,14	0,16
4. Фон + дефекат	1,96	2,67	1,04	1,51	0,48	0,42	0,11	0,12	0,69	0,15
5. Фон + фосфогипс	2,24	2,40	0,57	1,48	0,46	0,46	0,05	0,19	0,11	0,17
6. Фон + смесь 1	2,17	1,67	1,04	1,34	0,45	0,54	0,08	0,16	0,70	0,14
7. Фон + смесь 2	2,17	2,53	0,96	1,44	0,41	0,44	0,13	0,20	0,70	0,13
8. Фон + смесь 3	1,96	2,40	1,05	1,42	0,47	0,45	0,10	0,16	0,70	0,15
9. Фон + смесь 4	2,66	2,33	0,78	1,45	0,41	0,43	0,04	0,18	0,10	0,13
<b>6,0 т/га CaCO<sub>3</sub></b>										
3. Фон + доломитовая мука	2,17	2,93	0,79	1,36	0,44	0,46	0,04	0,10	0,15	0,14
4. Фон + дефекат	2,03	1,87	0,94	1,19	0,45	0,58	0,10	0,11	0,65	0,15
5. Фон + фосфогипс	2,17	2,45	0,79	1,32	0,45	0,38	0,04	0,09	0,09	0,12
6. Фон + смесь 1	2,10	2,07	0,99	1,37	0,45	0,54	0,14	0,21	0,68	0,14
7. Фон + смесь 2	2,03	2,73	0,92	1,38	0,41	0,70	0,14	0,21	0,68	0,20
8. Фон + смесь 3	1,96	2,60	0,92	1,36	0,44	0,49	0,10	0,16	0,65	0,18
9. Фон + смесь 4	2,03	2,53	0,46	1,38	0,42	0,45	0,04	0,18	0,10	0,15
НСР <sub>05</sub> варианты	0,24	0,26	0,17	0,16	0,04	0,05	0,04	0,03	0,08	0,04
НСР <sub>05</sub> уровни доз извести	0,13	0,14	0,08	0,50	0,02	0,02	0,02	0,017	0,04	0,02

Таблица 5

Содержание аминокислот в зерне проса при известковании кислотой деградированной торфяной почвы различными дозами и формами мелиорантов и их смесями

Вариант	Критические аминокислоты				Незаменимые аминокислоты						Сумма критических аминокислот		Сумма незаменимых аминокислот			
	треонин	метионин	фенилаланин	изолейцин	лейцин	валин	2011 г.		2012 г.		2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.		
							г аминокислоты / кг зерна	г аминокислоты / кг зерна	г аминокислоты / кг зерна	г аминокислоты / кг зерна						
	<b>2,0 т/га СаСО<sub>3</sub></b>															
1. Контроль	3,13	2,48	1,66	1,83	4,45	4,82	3,80	4,00	9,65	10,16	3,63	4,30	4,79	4,31	21,53	23,28
2. N <sub>60+30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>150</sub> – фон	3,09	2,41	1,59	1,82	4,04	4,61	3,52	4,03	9,15	10,51	3,33	4,29	4,68	4,23	20,04	23,44
3. Фон + доломитовая мука	3,11	2,99	1,67	2,13	4,44	5,04	3,78	4,27	9,93	12,73	3,68	4,53	4,78	5,15	21,83	26,57
4. Фон + дефекал	2,89	2,59	1,55	1,95	4,12	5,03	3,55	4,05	9,73	11,45	3,22	4,82	4,44	4,54	20,62	25,35
5. Фон + фосфогипс	2,82	2,65	1,68	1,90	4,49	5,08	3,87	4,00	10,13	11,50	3,70	4,55	4,50	4,55	22,19	25,13
	<b>4,0 т/га СаСО<sub>3</sub></b>															
3. Фон + доломитовая мука	2,85	2,64	1,68	1,87	4,59	5,09	3,97	3,98	9,83	11,64	3,71	4,49	4,53	4,51	22,10	25,20
4. Фон + дефекал	3,15	2,46	1,80	1,71	5,51	4,53	4,71	3,66	12,44	10,20	3,82	3,86	4,95	4,17	26,48	22,25
5. Фон + фосфогипс	2,83	2,44	1,74	1,76	4,45	4,44	3,45	3,72	9,65	10,04	3,98	4,04	4,57	4,20	21,53	22,24
	<b>6,0 т/га СаСО<sub>3</sub></b>															
3. Фон + доломитовая мука	2,59	3,17	1,73	2,14	4,95	4,95	3,65	4,20	8,74	11,95	3,90	5,57	4,32	5,31	21,24	26,67
4. Фон + дефекал	2,55	2,63	1,55	1,95	4,58	5,18	3,64	4,17	8,29	11,44	3,21	4,81	4,10	4,58	19,72	25,60
5. Фон + фосфогипс	2,58	2,90	1,77	2,04	4,53	5,07	3,97	4,15	9,66	11,75	4,06	5,19	4,35	4,94	22,22	26,16
НСР <sub>05</sub>	0,28	0,23	0,26	0,15	0,37	0,38	0,32	0,30	0,73	0,90	0,28	0,38	0,36	0,38	1,75	1,93

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

Питательная ценность зерна проса зависит от аминокислотного состава белка, поскольку недостаточное количество критических и незаменимых аминокислот в пище вызывает нарушения деятельности организма. Действие извести на деградированной торфяной кислой почве на сумму критических и незаменимых аминокислот в зерне проса по годам исследований несколько различалось, что в основном вызвано разными сроками ее внесения под культуру (табл. 5). В 2011 г. известь применяли весной незадолго до посева проса, поэтому ее положительное действие на содержание аминокислот в зерне проявилось менее значительно. В этот год только дефекат, обладая быстрой нейтрализующей способностью, в дозе 4,0 т/га  $\text{CaCO}_3$  увеличивал сумму критических и незаменимых аминокислот в зерне соответственно на 0,27 и 6,44 г/кг в сравнении с фоном, а с повышением дозы  $\text{CaCO}_3$  до 6,0 т/га происходило снижение содержания указанных аминокислот на 0,58 и 0,32 г/кг зерна.

Под урожай проса 2012 г. известкование почвы проведено с осени, поэтому действие мелиорантов на содержание аминокислот в зерне было более значительным. В этот год сумма критических и незаменимых аминокислот на фоне с 2,0 т/га  $\text{CaCO}_3$  повышалась соответственно на 0,31–0,92 и 1,69–3,13 г/кг зерна относительно фона с минеральными удобрениями. На фоне с 4,0 т/га  $\text{CaCO}_3$  только доломитовая мука способствовала росту суммы критических и незаменимых аминокислот в зерне на 0,28 и 1,76 г/кг. С увеличением доз  $\text{CaCO}_3$  до 6,0 т/га сумма критических и незаменимых аминокислот от всех форм мелиорантов повышалась на 0,71–1,08 и 2,16–3,23 г/кг. При сравнении действия форм мелиорантов на указанные качественные показатели зерна проса преимущество имела доломитовая мука.

### ВЫВОДЫ

1. Известкование кислой деградированной торфяной почвы различными дозами извести ( $\text{CaCO}_3$ ) в форме доломитовой муки, дефеката, фосфогипса и смесей данных мелиорантов в разных сочетаниях в первый год действия в целом положительно влияло на урожайность и качество зеленой массы и зерна проса. При этом максимальный прирост урожайности зеленой массы культуры получен практически от всех форм мелиорантов и их смесей в дозах внесения  $\text{CaCO}_3$  2,0 т/га – 15–34 ц/га при окупаемости 1 т  $\text{CaCO}_3$  7,5–17,0 ц/га зеленой массы, а наибольшие прибавки обеспечил дефекат – 31–34 ц/га при окупаемости 1 т  $\text{CaCO}_3$  15,5–17,0 ц/га зеленой массы.

2. На урожайность зерна проса наиболее значительное действие оказали мелиоранты в дозе внесения 4,0 т/га  $\text{CaCO}_3$ , обеспечив прирост 3,0–4,0 ц/га зерна при окупаемости 1 т  $\text{CaCO}_3$  0,6–1,0 ц/га зерна. Доломитовая мука в дозах внесения 2,0, 4,0 и 6,0 т/га  $\text{CaCO}_3$  повышала урожайность зерна проса соответственно на 2,5, 3,7 и 3,6 ц/га. Прибавки зерна от фосфогипса в дозах 2,0 и 4,0 т/га  $\text{CaCO}_3$  составляли 2,2 и 4,0 ц/га, а прирост зерна от дефеката и его смесей с доломитовой мукой – от 2,3 до 3,6 ц/га. Урожайность зерна проса от отдельных смесей доломитовой муки с фосфогипсом в дозах внесения 2,0–4,0 т/га  $\text{CaCO}_3$  повышалась от 3,0 до 3,8 ц/га.

3. Известковые мелиоранты в целом положительно влияли на химический состав проса и содержание в зерне суммы критических и незаменимых аминокислот.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Достижение устойчивой продуктивности кормовых культур на деградированных торфяно-песчаных почвенных комплексах Полесья: рекомендации / П.И. Бурдук [и др.]; НПЦ НАН Беларуси по земледелию, Ин-т мелиорации. – Минск, 2007. – 20 с.
2. Рекомендации по возделыванию проса на продовольственные цели на дерново-подзолистых супесчаных почвах в условиях радиоактивного загрязнения / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 32 с.
3. Сафроновская, Г.М. Агрохимические показатели деградированных торфяных почв по данным крупномасштабного агрохимического обследования / Г.М. Сафроновская, Г.В. Пироговская, И.А. Царук // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 2(49). – С. 249–260.
4. Инструкция о порядке известкования кислых почв сельскохозяйственных земель / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2008. – 30 с.
5. Клебанович, Н.В. Известкование почв Беларуси: монография / Н.В. Клебанович, Г.В. Василюк. – Минск: БГУ, 2003. – С. 43–48.
6. Окорков, В.В. Основы химической мелиорации кислых почв / В.В. Окорков, Н.П. Конов; Российская академия с.-х. наук, ГНУ «Владимирский ИИСХ» Россельхозакадемии. – Владимир, 2008. – 248 с.
7. Аршавская, В.Ф. Использование фосфогипса на почвах с повышенной кислотностью / В.Ф. Аршавская, В.И. Бойков, Т.И. Савченко. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1992. – 48 с.
8. Farina, P. Acid-subsoil amelioration II. Gypsum effects on growth and subsoil chemical properties / P. Farina, P. Channon // Soil Science Society of American Journal. – № 52. – P. 175–180.
9. Шкель, М.П. Влияние фосфогипса на эффективность известкования, продуктивность севооборота и изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы / М.П. Шкель // Агрохимия. – 1991. – № 2. – С. 71–77.

### **YIELD AND QUALITY MILLET ON SOUR DESTROYED PEAT SOIL IN DEPENDING ON DOSES AND FORMS OF CALCAREOUS MELIORATES**

**G.M. Safronovskaya, G.V. Pirogovskaya**

#### **Summary**

In field stationary experience the influence of various doses, forms and meliorate mixes on millet cultivated on sour destroyed peat soil is investigated. It is established, that per the first year the action calcareous meliorates positively influenced productivity and quality of crops. On a productivity gain of green weight millet the greatest influence have rendered meliorates in a dose 2,0 t/ha CaCO<sub>3</sub>, in particular,

## 2. Плодородие почв и применение удобрений

defecat (15–34 c/ha with cost 1 t CaCO<sub>3</sub> 7,5–17,0 c/ha), and the maximal a productivity gain of grain millet is received from dose meliorates 4,0 t/ha CaCO<sub>3</sub> (3,0–4,0 c/ha of a grain with cost 1 t CaCO<sub>3</sub> 0,6-1,0 c/ha of a grain).

*Поступила 10.02.14*

УДК 631.8.022.3:633.367:631.559

### **ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ И СЕМЯН ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТЫХ И РЫХЛОСУПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ**

**В.И. Сороко, Г.В. Пироговская, С.С. Хмелевский, О.И. Исаева**  
*Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь*

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Значение люпина узколистного в земледелии обусловлено многими факторами: он не требует большого количества удобрений, при соблюдении технологической дисциплины обеспечивает высокие урожаи зеленой массы и семян и широко используется в кормопроизводстве [1, 2, 3]. При использовании семян зернобобовых культур на кормовые цели наибольшую прибыль обеспечивал люпин узколистный – 496,5 дол. USD/га [4]. В Беларуси в последние годы посевные площади под люпином узколистным колеблются в пределах 32–40 тыс. га при средней урожайности в сельскохозяйственных предприятиях 15,3–22,8 ц/га. Оптимальные посевные площади люпина в республике к 2015 г. должны возрасти до 130 тыс. га при общей потребности в зернобобовых культурах 375 тыс. га [5]. Перспектива увеличения посевных площадей, создание новых отечественных высокопродуктивных сортов, с повышенной потребностью к обеспеченности всеми элементами питания, предполагает разработку и внедрение в производство новых эффективных приемов, обеспечивающих повышение урожайности и качественных показателей люпина узколистного, в том числе применение микроэлементов [6]. Недостаточное потребление микроэлементов растениями сдерживает рост урожайности и оказывает негативное действие на качество корма. Так, дефицит кобальта в травяных кормах составляет 70–80%, марганца – 10–20%, молибдена – 60–65% [7, 8, 9]. Дефицит бора в кормах обусловлен недостатком его в 50% почв нечерноземной зоны, а кобальта, марганца и молибдена — в 73, 72 и 55% почв соответственно [8].

Необходимость применения микроэлементов под люпин узколистный обусловлена его биологическими особенностями. По сравнению с зерновыми