

УДК 631.82:638.171:631.559:631.445.24

В. В. ЛАПА, М. М. ЛОМОНОС

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ПРОСА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ РЫХЛОСУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ**

Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси

(Поступила в редакцию 16.11.2006)

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь используются культуры и сорта с достаточно высоким потенциалом продуктивности. Но, как показывает многолетняя практика, одним из факторов снижения урожайности сельскохозяйственных культур являются неблагоприятные условия в период их вегетации.

Изменившиеся в последние годы погодные условия обусловили увеличение в структуре посевов площади возделывания проса. Это связано с тем, что в республике, особенно в южных районах, практически через год наблюдается засуха различной интенсивности, а данная культура одна из самых засухоустойчивых и способна сформировать высокий урожай зерна, когда другие культуры в условиях недостатка влаги резко снижают свою урожайность [2, 3].

К достоинствам проса следует также отнести и растянутость периода сроков сева. На зерно культура может высеваться с начала мая до середины июня, что с очевидностью указывает на то, что просо может выполнять функции страховой культуры, которой можно пересевать погибшие на поздних этапах онтогенеза посева озимых и яровых зерновых культур [1].

По мере поступления новых сортов появляется необходимость в разработке и совершенствовании приемов возделывания, особенно уровня применения минеральных удобрений с учетом сортовых особенностей и целевого назначения культуры.

Надежный путь повышения урожайности проса – внедрение интенсивной технологии возделывания, в которой важное значение имеют минеральные удобрения.

Снабжение растений элементами питания – фактор, который в значительной степени может регулироваться человеком. На долю удобрений приходится 40% прибавки урожая в США, 50% – Германии, 70% – Франции и 50% в Беларуси [6]. Минеральные удобрения определяют качественный уровень и эффективность современного земледелия, обеспечивая получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур и являясь важным звеном интенсивной технологии возделывания. Применение удобрений в условиях преобладающих в республике дерново-подзолистых почв является одним из наиболее действенных факторов, влияющих как на состояние плодородия почв, так и на их продуктивность [4]. Одним из критериев научно обоснованного использования удобрений является определение их оптимальных доз.

Цель настоящих исследований – определение наиболее оптимальных доз применения минеральных удобрений при возделывании проса на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2005–2006 гг. в экспериментальной базе им. А. В. Суворова Узденского района Минской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая контактно-оглеенная, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, рыхлосупесчаная, подстилаемая с глубины 1,15 м мореным суглинком, сменяемым песком. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,26–2,57, рН_(KCl) 6,1–6,3, P₂O₅ – 221–261 мг/кг, K₂O – 125–165 мг/кг почвы. Схема опыта предусматривала различное сочетание доз минеральных удобрений под просо сорта Галінка (см. табл. 2)

Опыт был заложен в четырехкратной повторности. Общая площадь делянки составляла 39 м², учетная – 22 м². Предшественник – овес. Минеральные удобрения вносили согласно схеме опыта под предпосевную обработку почвы. Из минеральных удобрений использовали карбамид, аммофос, хлористый калий.

Микроэлементы вносили в фазу кущения в виде некорневой подкормки в дозе 25 г/га д. в. Из микроудобрений применяли медный купорос и серно-кислый марганец.

Обработка почвы включала зяблевую вспашку, осеннюю культивацию, две весенние культивации, предпосевную обработку.

Посев проса проводили сплошным рядовым способом сеялкой СПУ-4 с нормой высева 4 млн всхожих семян на 1 га во II декаде мая. Глубина заделки семян 3–4 см.

Уход за посевами включал 2-кратную обработку гербицидами: дезормон (0,5 л/га) лонтрел-300 (200 г/га) в фазу 2–3 листочков проса; диален супер (0,7 л/га) + лонтрел-300 (500 г/га) через 2 недели после первой обработки.

Учет урожая – сплошной поделяночный (зерноуборочный комбайн «Сампо-500») в фазу полной спелости зерна. Данные урожайности приводились к 14%-ной влажности и 100%-ной чистоте. Анализ структуры урожая проводили по общепринятым методикам.

Погодные условия за годы исследований различались по температурному режиму и по количеству выпавших осадков, что не могло не отразиться на продуктивности растений проса (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Метеорологические условия в годы проведения исследований, 2005–2006 гг.

Месяц	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
	2005	2006	среднее многолетнее	2005	2006	среднее многолетнее
Май	12,9	12,8	12,8	106,2	85,3	58,0
Июнь	15,7	17,9	16,1	33,2	91,5	78,0
Июль	19,6	20,0	17,6	72,1	80,0	89,0
Август	17,9	18,2	16,3	156,8	172,2	79,0

Так, в 2005 г. начало вегетации растений проса характеризовалось недостаточным количеством осадков и пониженными температурными условиями, а уже в 2006 г. наблюдались более благоприятные погодные условия. В дальнейшем в течение вегетации они были более благоприятными, однако следует отметить, что в период созревания зерна проса отмечалось повышенное количество осадков, что, в свою очередь, увеличило период его созревания.

Таким образом, неравномерное распределение тепла и влаги в период проведения исследований оказало влияние на рост и развитие растений проса, что в конечном счете и определило его продуктивность.

Результаты их обсуждения. Применение минеральных удобрений оказало существенное влияние на урожайность проса сорта Галінка (табл. 2). В среднем за 2 года исследований прибавка урожайности зерна от внесения азотных удобрений составила 2,4–12,1 ц/га, полного минерального удобрения – 4,1–16,2 ц/га. Оптимальной дозой азота на фоне применения P₄₀K₉₀ оказалось внесение под предпосевную культивацию N₉₀, которое обеспечило прибавку урожайности зерна по сравнению с N₆₀ 2,1–3,9 ц/га при общей урожайности 39,4 ц/га. Дальнейшее увеличение дозы азотных удобрений до N₉₀₊₃₀ приводило к снижению урожайности зерна проса по отношению к N₉₀P₄₀K₉₀.

Внесение под предпосевную культивацию фосфорных и калийных удобрений в дозах P₄₀K₉₀ способствовало дополнительному сбору зерна проса в размере 4,1 ц/га. При увеличении дозы фосфора и калия до P₈₀ и K₁₂₀ соответственно отмечалась лишь тенденция к увеличению урожайности зерна проса.

Существенным фактором повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и качества растениеводческой продукции является применение микроудобрений. По данным Института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, применение медных и марганцевых удобрений на фоне оптимальных доз макроудобрений обеспечивает повышение урожайности зерновых культур в среднем на 3,5–4,0 ц/га [5].

Таблица 2. Влияние удобрений на урожайность зерна проса, ц/га

Вариант	Урожайность			Прибавка	
	2005	2006	среднее	N	N(PK)
Без удобрений	20,0	33,7	26,9		–
N ₆₀ K ₉₀	28,8	37,9	33,4	2,4	6,5
N ₆₀ K ₉₀ +P ₄₀	32,2	40,4	36,3	5,4	9,5
N ₆₀ K ₉₀ +P ₆₀	31,3	41,2	36,3	5,3	9,4
N ₆₀ K ₉₀ +P ₈₀	32,6	42,0	37,3	6,4	10,5
N ₆₀ P ₄₀	30,3	38,2	34,3	3,3	7,4
N ₆₀ P ₄₀ +K ₆₀	31,4	41,8	36,6	5,7	9,7
N ₆₀ P ₄₀ +K ₉₀	33,0	41,5	37,3	6,3	10,4
N ₆₀ P ₄₀ +K ₁₂₀	31,8	42,6	37,2	6,3	10,4
P ₄₀ K ₉₀	24,4	37,5	31,0	–	4,1
P ₄₀ K ₉₀ +N ₆₀	30,3	40,7	35,5	4,6	8,7
P ₄₀ K ₉₀ +N ₉₀	35,0	43,8	39,4	8,5	12,6
P ₄₀ K ₉₀ +N ₉₀₊₃₀	33,8	42,1	38,0	7,0	11,1
N ₆₀ P ₄₀ K ₉₀ +Cu	34,0	41,8	37,9	7,0	11,1
N ₆₀ P ₄₀ K ₉₀ +Mn	31,1	41,4	36,3	5,3	9,4
N ₆₀ P ₄₀ K ₉₀ +Cu+Mn	33,6	41,6	37,6	6,7	10,8
N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀ +Cu	36,7	44,8	40,8	9,8	13,9
N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀ +Mn	34,8	42,6	38,7	7,8	11,9
N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀ +Cu+Mn	38,2	47,9	43,1	12,1	16,2
НСР ₀₅	3,0	2,9	2,1	–	–

В наших исследованиях установлено, что применение микроэлементов способствовало увеличению урожайности только на фоне применения минеральных удобрений в дозе N₉₀P₄₀K₉₀. Достоверная прибавка урожайности получена в варианте с применением медных и совместного применения медных и марганцевых микроудобрений. Некорневая обработка посевов проса в фазу кушения сульфатом меди и сернокислым марганцем на фоне применения минеральных удобрений в дозе N₉₀P₄₀K₉₀ обеспечила получение прибавки урожайности зерна проса на уровне 3,6 ц/га по сравнению с вариантом без внесения микроудобрений и тем самым обеспечила получение максимальной урожайности зерна проса – 43,1 ц/га.

Если сравнивать урожайность проса по годам исследований, то более высокая урожайность зерна была отмечена в 2006 г., что в первую очередь определялось погодными условиями вегетационного периода. Так, в 2006 г. урожайность проса в варианте без удобрений на 13,7 ц/га была выше по сравнению с 2005 г., а применение P₄₀K₉₀ способствовало увеличению урожайности до 37,5 ц/га. Это объясняется более высокими температурами и большим количеством осадков в период налива зерна проса. В оптимальном по урожайности варианте (N₉₀P₄₀K₉₀+Cu+Mn) в 2006 г. урожайность зерна была на уровне 47,9 ц/га, что выше урожайности проса в 2005 г. на 9,7 ц/га.

Анализ долевого участия изучаемых в наших исследованиях факторов, представленный на рисунке, показывает, что за счет почвенного плодородия в оптимальном по урожайности варианте (N₉₀P₄₀K₉₀+Cu+Mn) формировалось 26,7 ц/га зерна, или 62%. Доля азотных удобрений в прибавке урожайности составила 19%, фосфорных и калийных – 10%, микроудобрений (медных и марганцевых) – 9%.

Данные по структуре урожая показали, что уровень минерального питания оказывает значительное влияние на значения структурных компонентов урожайности. В результате исследований установлено, что внесение азотных удобрений способствовало усилению ростовых процессов проса. Применение азотных удобрений в дозах N₆₀, N₉₀ и N₉₀₊₃₀ на фоне P₄₀K₉₀ способствовало увеличению количества зерен в метелке от 210 до 259 шт., длины метелки – на 2,3–4,1 см по сравнению с вариантом без внесения азотных удобрений. В отношении веса зерна с метелки от-

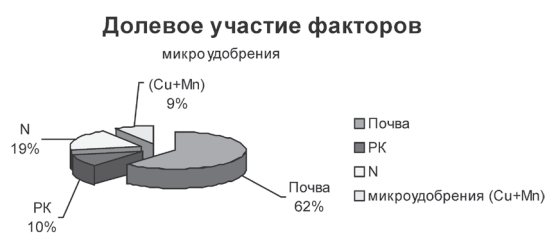
Т а б л и ц а 3. Влияние доз минеральных удобрений на структуру урожая зерна пшеса, 2005–2006 гг.

Вариант	Количество зерен в метелке, шт.			Вес зерна с метелки, г			Длина метелки, см			Масса 1000 зерен, г		
	2005	2006	среднее	2005	2006	среднее	2005	2006	среднее	2005	2006	среднее
Без удобрений	142	183	163	0,87	1,13	1,00	16,8	19,7	18,3	6,12	6,14	6,13
N ₆₀ K ₉₀	176	277	227	1,09	1,71	1,40	17,6	25,2	21,4	6,21	6,17	6,19
N ₆₀ K ₉₀ +P ₄₀	188	298	243	1,18	1,86	1,52	18,3	24,8	21,6	6,26	6,25	6,26
N ₆₀ K ₉₀ +P ₆₀	192	310	251	1,17	1,93	1,55	19,0	25,1	22,1	6,25	6,22	6,24
N ₆₀ K ₉₀ +P ₈₀	195	314	255	1,20	1,95	1,58	19,5	25,9	22,7	6,26	6,22	6,24
N ₆₀ P ₄₀	183	289	236	1,13	1,79	1,46	18,1	25,2	21,7	6,23	6,18	6,21
N ₆₀ P ₄₀ +K ₆₀	182	291	237	1,15	1,81	1,48	18,0	24,1	21,1	6,24	6,23	6,24
N ₆₀ P ₄₀ +K ₉₀	188	299	244	1,18	1,87	1,53	18,3	24,6	21,5	6,26	6,25	6,26
N ₆₀ P ₄₀ +K ₁₂₀	185	307	246	1,17	1,91	1,54	18,1	22,8	20,5	6,24	6,23	6,24
P ₄₀ K ₉₀	160	260	210	1,00	1,61	1,31	17,3	20,9	19,1	6,21	6,19	6,20
P ₄₀ K ₉₀ +N ₆₀	188	299	244	1,18	1,87	1,53	18,3	24,5	21,4	6,26	6,26	6,26
P ₄₀ K ₉₀ +N ₉₀	202	315	259	1,27	1,97	1,62	19,9	25,2	22,4	6,29	6,26	6,28
P ₄₀ K ₉₀ +N ₉₀ +30	207	309	258	1,24	1,94	1,59	20,3	26,0	23,2	6,27	6,29	6,28
N ₆₀ P ₄₀ K ₉₀ +Cu	200	308	254	1,24	1,91	1,58	20,0	25,0	22,5	6,28	6,19	6,24
N ₆₀ P ₄₀ K ₉₀ +Mn	186	270	228	1,18	1,67	1,43	18,5	24,5	21,5	6,25	6,19	6,22
N ₆₀ P ₄₀ K ₉₀ +Cu+Mn	205	269	237	1,23	1,68	1,46	20,6	25,0	22,8	6,27	6,24	6,26
N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀ +Cu	206	318	262	1,34	1,97	1,66	20,3	23,3	21,8	6,49	6,19	6,34
N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀ +Mn	199	294	247	1,27	1,84	1,56	19,9	25,6	22,8	6,39	6,27	6,33
N ₉₀ P ₄₀ K ₉₀ +Cu+Mn	225	325	275	1,46	2,05	1,76	21,3	25,1	22,9	6,55	6,30	6,43

мечалось его снижение при максимальной дозе внесения азотных удобрений N_{90+30} , что в конечном счете повлекло за собой и незначительное снижение урожайности. Применение азотных удобрений способствовало также возрастанию массы 1000 зерен на 0,06–0,08 г по сравнению с вариантом, где азот не вносили. Увеличение дозы внесения фосфорных и калийных удобрений способствовало увеличению всех показателей структуры урожая на 1–5%.

Анализируя данные структуры урожая (в нашем случае), не следует забывать о влиянии микроэлементов на структуру урожая. Так, внесение медных удобрений способствовало увеличению массы 1000 зерен и веса зерна с метелки, что в итоге способствовало увеличению урожайности в обоих случаях. Марганцевые удобрения на фоне $N_{60}P_{40}K_{90}$ и $N_{90}P_{40}K_{90}$ несколько снижали значения всех показателей структуры урожая. За 2 года исследований совместное применение медных и марганцевых удобрений обеспечило формирование 237 зерен в метелке, а масса 1000 зерен составила 6,26 г на фоне $N_{60}P_{40}K_{90}$. Увеличение дозы азота до N_{90} на фоне применения $P_{40}K_{90}$ и микроэлементов увеличило количество зерен в метелке на 38 шт., а массу 1000 зерен – на 0,17 г.

Помимо минерального питания на показатели структуры урожая значительное влияние оказали погодные условия и, как результат, в 2005 г. отмечались более низкие показатели структуры урожая, чем в 2006 г. Так, вес зерна с метелки был выше на 29–44% по сравнению с 2005 г. в вариантах без удобрений и в оптимальном по урожайности варианте $N_{90}P_{40}K_{90}+Cu+Mn$. Такая же тенденция отмечалась и в отношении количества зерен с метелки. Что касается длины метелки, то здесь происходило увеличение на 17–28% в вариантах без удобрения и с максимальной дозой внесения азотных удобрений – 120 кг/га. В отношении массы 1000 зерен наблюдалась обратная тенденция, т. е. в 2006 г. происходило уменьшение данного показателя по всем вариантам опыта в среднем на 1%.



Долевое участие отдельных факторов в формировании урожая зерна проса

Выводы

1. При возделывании проса на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве оптимальной системой удобрения является внесение под предпосевную культивацию $N_{90}P_{40}K_{90}$ и некорневая обработка микроэлементами (Cu+Mn) в фазу кущения в дозе 25 г/га д. в., которые обеспечивали формирование 43,1 ц/га зерна проса. Прибавка от внесения азотного удобрения в этом варианте составила 12,1 ц/га, полного минерального удобрения – 16,2 ц/га.

2. Установлено положительное влияние микроудобрений (медных и комплексного применения медных и марганцевых) на показатели структуры урожайности проса.

Литература

1. Анохина Т. А., Кадыров Р. М., Цыбульский В. П. О необходимости создания страховых фондов семян проса в Беларуси // Белорусское сельское хозяйство. 2006. № 10. С. 24–27.
2. Анохина Т. А. О целесообразности использования проса в качестве страховой культуры // Земляробства і ахова раслін. 2004. № 1. С. 6.
3. Варава В. Н. Особенности технологии возделывания проса в Оренбуржье // Зерновое хозяйство. 2005. Июнь. № 4. С. 17–18.
4. Кулаковская Т. Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев. Минск: Ураджай, 1978.
5. Лапа В. В. Удобрения как фактор повышения продуктивности земледелия и воспроизводства плодородия почв // Почвоведение и агрохимия. 2005. № 1(34). С. 38–42.
6. Попов П. Д. Применять минеральные удобрения – выгодно // Земледелие. 2003. № 1. С. 16–18.
7. Чирко Е. М., Анохина Т. А. Влияние некоторых приемов возделывания на урожай зерна проса в юго-западной части Республики Беларусь // Земляробства і ахова раслін. 2005. № 5. С. 16–17.

V. V. LAPA, M. M. LAMANOS

**INFLUENCE OF VARIOUS DOSES OF MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD
OF GRAIN MILLET WHEN CULTIVATING ON THE SOD PODZOLIC LOAMY SAND SOIL**

Summary

When cultivating millet on the sod podzolic loamy soil as an optimal system of fertilizer are the application of $N_{90}P_{40}K_{90}$ and the foliar treatment by microelements (Cu+Mn) in bushing a phase in a doze of 25 g/ha reactant., which have ensured the millet grain yield of 4.31 t/ha. The increase due to the applied nitric fertilizer in this variant was 1.21 t/ha, the total mineral fertilizer – 1.62 t/ha.

The individual share of the soil fertility in the formation of the millet grain yield according to the results of research was 62%, fertilizers – 38%, including phosphoric and potassium fertilizers in the optimal variant – 10%, nitric – 19%, microfertilizers (copper and manganese) – 9%. The positive action of macro- and microfertilizers on parameters of the structure of the millet yield is established.