

M.A. Edemskaya 1, S.N. Lukashenko 1, Doctor of Biological Sciences, G.A. Stupakova 2, Candidate of Biological Sciences, A.A. Shupik 1, S.G. Shapovalov 1

1Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology" (FGBNU VNIIRAE), Kaluga region, Obninsk, Kievskoe highway, 109 km, 249032, Russian Federation

2Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute named after D.N. Pryanishnikov" (FGBNU "Research Institute of Agrochemistry")

31A Pryanishnikova str., Moscow, 127434, Russian Federation

The article is devoted to the assessment of the levels of plutonium and caesium in the soil and various grasses of the Kaluga region. Concentrations of ^{137}Cs were analyzed by gamma-spectrometric method, $^{239+240}\text{Pu}$ – by alpha-spectrometry with preliminary radiochemical isolation with complete decomposition of samples. It was found that for the Kaluga region there is a large range of concentrations for caesium – from 2.9 Bq/kg on the border with the Moscow region to 2400 Bq/kg in the southern part of the Kaluga region. A much smaller distribution is observed in the plutonium content – from 0.1 to 0.47 Bq/kg. The average content of the radionuclides under consideration in the 20 cm layer is ~95%, and in the surface layer (5 cm) ~ 35%. The coefficients of accumulation of plutonium by various grasses of the Kaluga region are equal 2,1·10⁻²- 4,4·10⁻² for the whole plant.

Keywords: plutonium, caesium, global precipitation, Chernobyl precipitation, concentration in soils, concentration in various grasses, plutonium accumulation coefficient.

УДК: 631.5:631.8:633.34

DOI: 10.25680/S19948603.2023.130.04

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАГНИЕВОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ БРУСИТА

Н.А. Аканова¹, А.В. Козлова², Е.Г. Животовская³, С.В. Есипенко⁴, И.И. Серегина⁵

¹ ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», г. Москва

² ООО «РГХО», г. Москва

³ ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»

⁴ ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина»

⁵ ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»

Представлены результаты двух полевых опытов на выщелоченных черноземах Краснодарского края с применением магниевого удобрения, произведенного из природного минерала брусит при возделывании кукурузы. Установлено, что способ применения удобрения АгроМаг гранулированный влияет на его эффективность при формировании урожайности культуры. В засушливых условиях 2020 г. магнеевое удобрение, внесенное осенью под основную обработку почвы, позволило получить прибавку урожайности на уровне 11-17%, в то время как применение в корневую подкормку при междурядной культивации весной было менее эффективным.

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, кукуруза, магниевый, магниевые удобрения, брусит, урожайность, способ применения, сроки внесения, качество зерна.

Для цитирования: Аканова Н.А., Козлова А.В., Животовская Е.Г., Есипенко С.В., Серегина И.И. Сравнительная эффективность приемов использования магниевого удобрения на основе брусита// Плодородие. – 2023. – №1. – С. 19-22. DOI: 10.25680/S19948603.2023.130.04.

Роль магния в формировании урожайности связана, в первую очередь, с влиянием на активность многих ферментов, которые играют важную роль в процессе фотосинтеза. Магний принимает непосредственное участие в синтезе АТФ-носителя энергии в растениях, во всех процессах в клетках растений, где происходит передача химической энергии или ее накопление, благодаря чему формируется хорошо развитая корневая система растений [1, 2].

Поэтому теоретически все знают о необходимости внесения магния. Однако на практике в большинстве случаев преобладает листовое внесение, которое не может покрыть всю потребность растения в магнии. Предложение магниесодержащих сложных удобрений на рынке весьма недостаточно. В составе тукосмесей магний содержится в малых количествах. Поэтому именно магний, несколько недооцененный элемент, может стать ограничивающим фактором дальнейшего роста урожайности полевых культур.

Недостаток магния, который возможен в основном на легких низкоплодородных кислых почвах, приводит к торможению роста и развития растений. Однако из-

быток магния может также негативно повлиять на растения, что возможно при преобладании содержания магния над кальцием, когда соотношение между этими элементами больше единицы [3]. Оптимальное соотношение обменного кальция и магния варьирует у разных авторов от 2 до 8, из-за того, что почвы различаются по относительной силе связывания этих элементов на катионообменных участках [4-6].

Важным фактором, оказывающим существенное влияние на эффективность минеральных удобрений, является способ их внесения. От приема внесения и способа заделки удобрений зависят их размещение в пахотном слое и доступность растениям. Выбор же приема внесения зависит от таких факторов, как климатические условия, свойства почвы, а также свойства самих удобрений и биологические особенности культуры (7).

Широко распространено мнение, что недостаток магния можно восполнить с помощью некорневой подкормки. Для зерновых культур рекомендуется проведение трех листовых подкормок за вегетацию дозой около 4-6 кг д.в./га, что способствует, например у пшеницы, повышению урожайности на 0,6 т/га [8].

Значительную потребность в магнии имеют зерновые культуры, в том числе кукуруза [9, 10]. Недостаток магния в почве при возделывании кукурузы негативно влияет на процессы цветения и опыления, что ограничивает завязывание початков и формирование зерна. Кукуруза является сельскохозяйственной культурой, требовательной к пищевому режиму почв, в том числе к магнию: с урожаем 60-70 ц/га зерна кукуруза выносит до 30 кг/га магния.

Кукуруза характеризуется продолжительным вегетационным периодом, в связи с этим наиболее эффективно усваивает питательные вещества из медленнодействующих удобрений, к которым можно отнести гранулированный брусит торговой марки АгроМаг, получаемый из природного минерала (по своему составу – натуральный гидроксид магния). Важно определить и оптимизировать способы, сроки и дозы применения нового гранулированного магниевого удобрения.

Методика. АгроМаг гранулированный (далее АгроМаг гр.) представляет собой удобрение пролонгированного действия с высоким содержанием MgO – более 61,4%. Производится удобрение путем тонкого помола бруситовой руды и последующей грануляцией порошка. Гранулы цитраторастворимы и, попадая в почву, особенно в кислую среду, начинают постепенно распадаться с выделением ионов магния, которые активно поглощаются корнями растений.

Цель исследований – изучить эффективность удобрения АгроМаг гр. на посевах кукурузы в условиях Центральной Зоны Краснодарского края при основном внесении в почву осенью под вспашку и локальном внесении при междурядной обработке почвы весной.

Исследования проводили в двух полевых опытах.

Опыт 1. Изучение эффективности удобрения АгроМаг гр. в качестве магниевого удобрения. Опыт заложен и проведен на экспериментальном полигоне ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» в условиях зернопропашного севооборота. Предшественником была озимая пшеница. В качестве объекта исследований использовали гибрид кукурузы Краснодарский 291 АМВ.

Почва опытного участка чернозем выщелоченный деградированный, мощный, содержание гумуса 3,2-3,5% (по И.В. Тюрину), подвижного фосфора – 45-49 мг/кг, обменного калия – 323-335 мг/кг (по Мачигину), рН_{KCl} 4,9-5,2. Агротехника для кукурузы общепринятая для центральной части Краснодарского края. В качестве минерального фона была внесена азофоска в дозе 100 кг/га (N₁₆P₁₆K₁₆) и АгроМаг гр. (MgO – 61,4 %; CaO – 2,9%) в возрастающих дозах. Схема опыта состояла из пяти вариантов:

1. Без удобрений (контроль),
2. Фон – N₁₆P₁₆K₁₆,
3. Фон + АгроМаг гр., 37 кг MgO/га,
4. Фон + АгроМаг гр., 74 кг MgO /га,
5. Фон + АгроМаг гр., 110 кг MgO /га.

Общая площадь опытной делянки 60 м², площадь учетной делянки 21 м², повторность опыта 3-кратная.

Метеоусловия осени 2019 г., весны и лета 2020 г. для роста и развития кукурузы складывались неблагоприятно. На период закладки опыта с внесением удобрения АгроМаг гр. (14.10.2019 г.) запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см были очень низкие – 17,8 мм. Количество осадков, выпавших с октября 2019 г. по июнь 2020 г. составляло 291 мм при среднемноголетнем значении 557 мм. Весна и лето были засушливыми.

Особенно неблагоприятным для кукурузы был апрель, когда при появившихся всходах (3-4 листа) количество осадков составило всего 7,6 мм, и была низкая температура воздуха, в среднем 10,2⁰С, а в отдельные дни от 2,8 до -0,5 ⁰С. Это существенно сдерживало рост и развитие растений.

Опыт 2. Изучение эффективности удобрения АгроМаг гр. в качестве магниевого корневой подкормки проведено на опытном поле Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина в учхозе «Кубань». Предшественником была озимая пшеница. В качестве объекта исследований использовали гибрид кукурузы Краснодарский 425 МВ.

Почва опытного участка чернозем выщелоченный сверхмощный тяжелосуглинистый, содержание гумуса 2,7 % (по И.В. Тюрину), подвижного фосфора – 115 мг/кг, обменного калия – 204 мг/кг (по Мачигину), рН_{H2O} – 6,1, рН_{KCl} 5,5. Агротехника для кукурузы также общепринятая для центральной части Краснодарского края.

В качестве минерального фона вносили при посеве азофоску в дозе 200 кг/га (N₁₆P₁₆K₁₆). Корневую подкормку магнелевым удобрением АгроМаг гр. в дозах 75 кг MgO/га (122 кг/га в физ.массе) и 150 кг MgO/га (244 кг/га в физ. массе), сульфатом магния 7-водным в дозе 75 кг MgO/га (450 кг/га в физ. массе) проводили при культивации навесным культиватором КРН-5,6 (глубина обработки 10 см) в фазе 4-5 листьев. Схема опыта состояла из пяти вариантов:

1. Без удобрений (контроль),
2. Фон – N₃₂P₃₂K₃₂,
3. Фон + АгроМаг гр. в дозе 75 кг MgO/га,
4. Фон + АгроМаг гр., 150 кг MgO/га,
5. Фон + MgSO₄ гр. в дозе 75 кг MgO/га.

Площадь делянки 168 м². Повторность опыта 4-кратная. Размещение вариантов систематическое. Метеоусловия 2020 г. были практически идентичными 2019 г.

Результаты и их обсуждение. Учет урожая зерна кукурузы показал, что наименьший в опыте он был в контрольном варианте без удобрений (табл. 1). В фоновом варианте получена прибавка урожая зерна 4,8 ц/га, или 11,1% к контролю.

Применение осенью под вспашку магниевого удобрения АгроМаг гр. на фоне NPK способствовало дальнейшему росту урожайности, особенно при возрастании дозы до 110 кг MgO/га. Наибольший урожай зерна получен в варианте № 5.

1. Урожайность зерна кукурузы в зависимости от применяемых удобрений

Вариант	Урожай- ность, ц/га	Прибавка урожайности	
		ц/га	%
Опыт 1			
1. Контроль – без удобрений	43,3	-	-
2. Фон – N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	48,1	-	-
3. Фон+АгроМаг гр., 37 кг MgO/га	51,0	2,9	6
4. Фон+АгроМаг гр., 74 кг MgO/га	53,4	5,3	11
5. Фон+АгроМаг гр., 110 кг MgO/га	56,1	8,0	17
НСР ₀₅ , ц/га	1,9		
Опыт 2			
1. Контроль – без удобрений	35,4	-	-
2. Фон – N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	44,6	-	-
3. Фон+АгроМаг гр., 75 кг MgO/га	45,2	0,6	1
4. Фон+АгроМаг гр., 150 кг MgO/га	45,3	0,7	2
5. Фон +MgSO ₄ гр.,75 кг MgO/га	45,0	0,4	1
НСР ₀₅ , ц/га	2,2		

Результаты исследований биометрических и структурных показателей урожая показали, что рост урожайности кукурузы в вариантах применения магниевого удобрения в возрастающих дозах происходил за счет улучшения структуры растений. С учетных делянок опыта, на которых вносили АгроМаг гр., было собрано на 1,3-4 початка больше относительно минерального фона, а также увеличились масса зерна и озерненность початков на 0,21-0,57 кг и 22-62,7 зерен соответственно.

Таким образом, исследования показали, что включение в систему минерального питания кукурузы магниевого удобрения АгроМаг гр. под основную обработку почвы положительно влияло на развитие растений и урожайность культуры.

В Опыте № 2 с целью улучшения магниевого питания кукурузы, в почву при междурядной культивации были внесены цитраторастворимый АгроМаг гр. и водорастворимый сульфат магния семиводный. Однако неблагоприятные условия вегетационного периода (сильная ранневесенняя засуха, а также недостаток влаги в мае и июне) внесли коррективы, оказав значительное негативное влияние на трансформацию удобрения в почве, а также на рост, развитие и продуктивность растений кукурузы.

Известно, что в фазе развития 5-6 листьев растения кукурузы прекращают питаться за счет запасных питательных веществ семени и наращивают объемную корневую систему, которая способна усваивать питательные элементы из удобрений. Имеются данные о том, что в условиях Краснодарского края можно успешно применять корневые подкормки в междурядную культивацию сочетаний минеральных удобрений $N_{30}P_{20}$ и $N_{30}P_{20}K_{20}$. Такой агрохимический прием позволяет создать лучшие условия для роста и развития растений, и, следовательно, приводит к увеличению урожайности [11].

В проведенном эксперименте прибавка урожая кукурузы в фоновом варианте была достоверной и составляла 9,2 ц/га, или 26%. Влияние магневых удобрений на формирование прибавки урожая зерна было незначительным (см. табл. 1).

Условия неравномерного выпадении и недостаточного количества осадков в мае-июне 2020 г. не позволили реализовать потенциал продуктивности кукурузы, не проявилось действие магниевого удобрения, что подтверждается отсутствием достоверной прибавкой урожая зерна; это относится как к удобрению АгроМаг гр., так и к сульфату магния. Основной причиной могло быть пересыхание верхнего почвенного слоя, в который были внесены удобрения. Однако, несмотря на то, что была выявлена лишь положительная тенденция в прибавке урожая от магневых удобрений, исследования динамики содержания магния в надземной вегетативной массе и зерне, показали, что элемент усваивался растениями из удобрений. Вероятно, положительную роль в этом сыграли те редко выпадающие осадки во время вегетации.

Так, к фазе выметывания отмечалось, что растения кукурузы, получившие магний с удобрениями при корневой подкормке, были выше растений фонового варианта (вар. №2) на 24-27%, а к фазам появления початков и созревания – на 19 и 17% соответственно.

В фазе всходов после междурядного внесения магневых удобрений, в растениях кукурузы содержалось

в 2 раза больше магния, чем при внесении одной нитроаммофоски. И, если в фоновом варианте содержание магния составляло 0,12% сух. массы, что соответствует недостаточному уровню содержания элемента, то в вариантах с применением магневых удобрений уровень обеспеченности повышался до 0,24% сух. массы, что соответствует хотя и низкому, но уже не дефицитному уровню.

2. Динамика содержания Mg в растениях кукурузы, % сух. массы

Вариант	Фаза развития растений				
	всходы	выметывание	появление початков	полная спелость	
				зел. масса	зерно
1. Контроль – без удобрений	0,11	0,26	0,25	0,26	0,19
2. Фон – $N_{32}P_{32}K_{32}$	0,12	0,26	0,26	0,27	0,20
3. Фон+АгроМаг гр. 75 кг MgO/га	0,20	0,35	0,39	0,30	0,25
4. Фон+АгроМаг гр. 150 кг MgO/га	0,24	0,35	0,41	0,31	0,26
5. Фон + $MgSO_4$ -гр... 75 кг MgO/га	0,22	0,36	0,37	0,30	0,25
HCP ₀₅	0,08	0,07	0,10	0,04	0,04

К фазе выметывания количество содержание магния увеличивалось до нижней границы оптимального содержания – с 0,26% в фоновом варианте на 34,6-38,0%, появления початков – на 42,3-57,7%. В фазе полной спелости разница по содержанию магния в зеленой массе кукурузы всех вариантов опыта практически сравнялась, однако, в сравнении с фоновым вариантом количество магния в зерне в вар. № 3-5 увеличилось на 25-30% (табл. 2).

Оценка результатов биохимического состава зерна выявила увеличение содержания белка в зерне кукурузы по сравнению с контролем на 3,2–3,67% в основном за счет применения NPK. Содержание крахмала в зерне увеличивалось лишь на 0,5–1,4%, причем главным образом, под воздействием магневых удобрений.

Выводы. Исходя из результатов двух проведенных полевых опытов с кукурузой на почвах Краснодарского края, можно отметить, что применение магниевого удобрения АгроМаг гр. в дозах 74-110 кг MgO/га осенью под основную обработку почвы позволяет получить прибавку урожая зерна кукурузы 11-17%. Весеннее внесение удобрения АгроМаг гр. в зоне неустойчивого увлажнения, особенно в засушливые годы, сопряжено с риском отсутствия положительного влияния на увеличение урожайности кукурузы в связи с недостаточными подвижностью и доступностью магния из удобрения для растений при формировании продуктивности посева. Поэтому, в условиях Центральной зоны Краснодарского края, приоритетным следует считать применение удобрения АгроМаг гр. осенью под вспашку.

Литература

1. *Spectrum Analytic*, 2010. Magnesium Basics [Electronic resource]. – Mode of access: http://spectrumanalytic.com/support/library/ff/Mg_Basics.htm, 2014.-45 p.
2. *Marschner, H.* Mineral nutrition of higher plants/ H. Marschner. –3rd ed.–Lon-don, 2011.–672 p.
3. *Шильников И.А., Ермолаев С.А., Аканова Н.И.* Баланс кальция и динамика кислотности пахотных почв в условиях известкования. –М.: ООО «Технология», 2006.-158 с.
4. *Барбер, С.А.* Биологическая доступность питательных веществ в почве. Механистический подход /С.А. Барбер. –М.: Агропромиздат, 1988.–376 с.

5. Fox, R. H. Soil magnesium level, corn (*Zea mays* L.) yield and magnesium uptake/R.H. Fox, W.P. Piekielek //Communications in Soil Science and Plant Analysis. –1984.–Vol. 15(2).–P. 109–123.
6. Шильников И.А., Сычёв В.Г., Шеуджен А.Х., Аканова Н.И. Потери питательных элементов растений. Монография. Изд-во: Lambert Academic Publishing, OmniScriptumGmb H& Co.KG, Deutschland, 2015.–502 с.
7. Агрохимия/В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков и др./ Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. – 857 с.
8. Townsend, S. The Soil First Farming Guide to Magnesium nutrition—are you? Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, No 2(18), 2015 г., [70–81] crops getting enough?[Electronic resource] / S. Townsend.–Mode of access:http:maxi-phi.co.uk/wp-

content/uploads/2012/06/Steve-Townsend-Expert-Magnesium-Nutrition-Guide.pdf, 2014.– 61 p.

9. Арустархов А.Н., Яковлева Т. А. Методика определения ассортимента и потребности в Mg удобрениях для их рационального использования в комплексных технологиях применения агрохимических средств. – М.: ВНИИА, 2018.–28 с.
10. Воронин А.Н., Никитин В.В., Соловченко В.Д., Навольнева Е.В. Влияние удобрений и способов обработки почвы на урожай зерна кукурузы // Кукуруза и сорго. –2018. – № 2. – С. 32-34.
11. Толорая Т.Р., Малаканова В.П., Ломовский Д.В., Елисеев А.И. Влияние корневой подкормки минеральными удобрениями на урожайность и качество зерна кукурузы // Агрохимия. – 2008. – №12. – С. 35-39.

COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF METHODS OF USING MAGNESIUM FERTILIZER BASED ON BRUCITE

N.A. Akanova¹, A.V. Kozlova², E.G. Zhivotovska³, S.V. Esipenko⁴, I.I. Seregina⁵

¹FGBNU "Research Institute of Agrochemistry", Moscow, ²LLC "RGHO", Moscow, ³FGBNU "NTSZ named after P.P. Lukyanenko"

⁴FGBOU VO "Kuban State University named after I.T. Trubilin"

⁵FGBOU VO "RGAU- MSHA named after K.A. Timiryazev"

The article presents the results of two field experiments on leached chernozems of the Krasnodar Territory using magnesium fertilizer produced from the natural mineral brucite during the cultivation of corn. It is established that the method of application of AgroMag gr. affects the effectiveness of fertilizer in the formation of crop yield. In the dry conditions of 2020, magnesium fertilizer, applied in the autumn for the main tillage of the soil, made it possible to obtain an increase in yield at the level of 11-17%, while the use in root dressing during inter-row cultivation turned out to be a less effective technique.

Keywords: leached chernozem, corn, magnesium, magnesium fertilizers, brucite, yield, method of application, application time, grain quality.

УДК 631.51

DOI: 10.25680/S19948603.2023.130.05

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА В ЧЕРНОЗЕМЕ ТИПИЧНОМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ И БИОЛОГИЗАЦИИ

Х.А. Хусайнов, к.б.н. E-mail: haron-h14@mail.ru, А.В. Тунтаев, Ф.Д. Елмурзаева, ФГБНУ «Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» 366021, Грозный, ул. Лиловая, 1

Изучено влияние минеральных удобрений и биопрепарата по последствию сидерата при вспашке, дисковании, чизелевании на содержание подвижного фосфора в пахотном (0-25 см) слое чернозема типичного среднемоющего низкогумусного, подстилаемого галечником. Среднее содержание в пахотном слое гумуса (по Тюрину) – 3,6 %, подвижного фосфора и калия (по Мачигину) – 15 и 300 мг/кг соответственно, реакция почвенной среды (потенциометрическим методом) нейтральная – рН_{KCl} 7,1. Схема опыта предусматривала варианты: прием основной обработки почвы (фактор А) – вспашка на глубину 25-30 см, дискование на 10-15 см, чизелевание – на 30-40 см, удобрения и биопрепарат по последствию сидерата (фактор В) – без удобрений и биопрепарата по последствию сидерата, удобрения (диаммофоска, аммиачная селитра) и биопрепарат (V417) по последствию сидерата (рапс яровой). Наибольшее содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы (30 и 27 мг/кг) обеспечило дискование с совместным применением удобрений и биопрепарата по последствию сидерата в начале и конце вегетации 2021 г., с превышением показателей варианта без их применения в 1,5 и 2,7 раза. По обработкам почвы в среднем лучшими показателями – 24 и 18 мг/кг, соответственно, в начале и конце вегетации 2021 г. отличалось также дискование. При этом превышение относительно варианта с дискованием без удобрений составляло 4 и 8 мг/кг, а показателей при вспашке и чизелевании – 5 и 7 мг/кг соответственно. Таким образом, установлено, что сравнительно с глубокими обработками (вспашка и чизелевание), дискование, как поверхностная обработка почвы, в комплексе с использованием средств химизации и биологизации эффективнее в условиях недостаточной влагообеспеченности на черноземе типичном с близким залеганием галечника.

Ключевые слова: подвижный фосфор, приемы основной обработки почвы, минеральные удобрения, биопрепарат, сидерат.

Для цитирования: Хусайнов Х.А., Тунтаев А.В., Елмурзаева Ф.Д. Содержание подвижного фосфора в черноземе типичном при различных приемах основной обработки и применении средств химизации и биологизации// Плодородие. – 2023. – №1. – С. 22-25. DOI: 10.25680/S19948603.2023.130.05.

Основная обработка почвы – один из главных элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур и важный приём регулирования питательного и водного режимов почвы. В последние годы большое внимание при изучении и совершенствовании

систем обработки почвы уделяют новым приёмам с ресурсосберегающей направленностью, известным как минимальная, безотвальная, комбинированная и нулевая обработки [1]. Применение минеральных удобрений – один из наиболее существенных факторов, влия-