

N.N. Novikov*, Doctor of Biological Sciences, A.N. Naliukhin, Doctor of Agricultural
Sciences, E.A. Filatov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Pryanishnikova ul. 6, 127550 Moscow, Russia, *E-mail: tshanovikov@gmail.com

In experiments with different nutrition regimes of barley plants, carried out on sod-podzolic medium loamy soil, it was shown that higher yield and grain quality indicators were obtained in the $N_{120}P_{120}K_{120}$ variant, in which, compared to the control, the grain yield increased by more than 70%, and the protein content in the grain by 2.7–4.4%. As a result of the aftereffect of fertilizers in the sprouted grains of this variant, the activity of acidic and neutral α -amylases, acidic catalases, and neutral peroxidases increased, which improved the seed properties of the grain. Under the influence of nitrogen fertilizer, barley yield and accumulation of proteins in grain, the activity of α -amylases, acid catalases and neutral peroxidases increased. When phosphorus was added against the background of moderate doses of nitrogen and potassium ($N_{60}K_{60}$), the barley yield increased, and the protein content in the grain decreased due to nitrogen deficiency. whereas against the background of high doses of nitrogen and potassium in the $N_{120}P_{120}K_{120}$ variant, the protein content in grain increased significantly. Under the influence of increasing doses of phosphorus, the activity of acidic and neutral α -amylases, acidic catalases, and neutral peroxidases in the grain of sprouts increased. When treating plants in the heading phase with a solution of the phytohormone Epin-extra, the protein content in barley grain increased by 0.6–1.2%, as well as the activity of acid α -amylases, alkaline β -amylases, neutral catalases in ripe and sprouted grain, which improved its forage and seed qualities.

Keywords: spring barley, feeding regimes, protein content and composition, amylase, catalase, peroxidase activity in grain.

УДК 631.824: 631.81.036

DOI: 10.25680/S19948603.2024.140.15

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАГНИЕВОГО УДОБРЕНИЯ АГРОМАГ В АГРОЦЕНОЗЕ С КАРТОФЕЛЕМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Н.И. Аканова¹, А.В. Козлова², И.И. Серегина³, Полухин А.А.⁴, Кутырева Д.Е.¹

¹ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

Россия, 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, 31а

²ООО «Русское горно-химическое общество»,

Россия, 115093, Москва, ул. Павловская, д. 7, info@brucite.plus, +7 495 789 65 30

³ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»

Россия, 127434, г. Москва, Тимирязевская ул., 49, e-mail: lapushkin@rgau-msha.ru,

⁴ФГБНУ ФНЦ зернобобовых и крупяных культур, Орловский муниципальный округ,
посёлок Стрелецкий, Молодёжная улица, 10, корп. 1, +7 (4862) 40-32-24

Приведены результаты исследования эффективности магнийсодержащего удобрения в качестве мелиоранта в севообороте с картофелем. Выявлено прямое действие и последствие мелиорантов линейки АгроМаг марок А и В на урожайность и качество картофеля сорта Коломба, а также на изменение агрохимических и физико-механических свойств темно-серых лесных почвы. Установлено, что внесение магнийсодержащего мелиоранта увеличивает урожай клубней картофеля, наибольший урожай был получен при дозе 600 кг/га АгроМаг марка В и составил 18,0 т/га.

Ключевые слова: магнийсодержащего удобрения, мелиоранты, картофель, агроценоз, почвенно-климатические условия.

Для цитирования: Аканова Н.И., Козлова А.В., Серегина И.И., Полухин А.А., Кутырева Д.Е. Эффективность магниевого удобрения АгроМаг в агроценозе с картофелем в зависимости от почвенно-климатических условий// Плодородие. – 2024. – №5. – С. 70-74. DOI: 10.25680/S19948603.2024.140.15.

Продовольственной культуры пшеницы и риса играют важную роль в обеспечении жизнедеятельности людей. Третье место по значимости занимает картофель.

В настоящее время картофель возделывают на площади >20 млн га в 150 странах мира, а общее мировое производство составляет более 360 млн т. По прогнозам ФАО, производство картофеля может увеличиться до 500 млн т к 2025 году и до 750 млн т в 2030 г.

Магний (Mg^{2+}) имеет решающее значение для жизнедеятельности растений, формирования урожайности и качества продукции растениеводства. Магний²⁺ принимает участие в фотосинтезе, как главный компонент хлорофилла, ускоряет рост и накопление биомассы растения. От интенсивности синтеза хлорофилла во многом зависит качество продукции и срок её хранения [1].

Магний способствует увеличению поглощения питательных веществ из почвы, обеспечивает передачу энергии и регуляцию клеточных процессов [2, 3]. играет важную роль в транспортировке углеводов и [4] обеспечивает стабилизацию клеточных структур, в том числе, клеточных мембран, рибосом, митохондрий, хлоропластов и нуклеиновых кислот, что повышает функциональную эффективность растительных клеток [3, 5]. Магний влияет на интенсивность синтеза белка, деление клеток и репликацию ДНК [6-8].

Mg^{2+} способствует активации ферментов и устойчивости растений к различным стрессам окружающей среды [5; 9-11]. Магний имеет большое значение в синтезе и метаболизме белков, углеводов и нуклеиновых кислот [12-13].

Mg²⁺ играет большую роль в транспорте фосфатов из почвы в корни растений, тем самым поддерживая оптимальный внутриклеточный уровень фосфора [14-15] и активирует АТФазы и фосфатазы [16], способствуя превращению органических фосфатов в доступные неорганические формы для использования их клетками растения [17].

Аналогичным образом, Mg²⁺ участвует в регуляции переносчиков Ca²⁺, тем самым регулируя поступление Ca²⁺ через мембраны [16] Mg²⁺ оказывает положительное влияние на усвоение и распределение азота (N), железа (Fe²⁺) и цинка (Zn²⁺) [18].

В условиях дефицита Mg²⁺ снижается урожайность культур, нарушается усвоение K⁺, Fe²⁺ и Zn²⁺, приводя к дисбалансу, который влияет на физиологические процессы, такие как осморегуляция, ферментативная активность и функция устьиц, может препятствовать росту и развитию растений [15-16; 19].

В почве магний находится в виде обменных соединений в составе ППК и в форме ионов в почвенном растворе. Обменный магний может поглощаться корнями растений после перехода в почвенный раствор [20].

Ориентировочно, сумма Mg и Ca составляет от общей емкости поглощения почвы: сероземы – 93%, каштановые почвы – 92%, черноземы степной зоны – 88%, черноземы лесостепной зоны – 80%, болотно-подзолистые почвы – 57%, дерново-подзолистые почвы – 53%.

Антагонизм катионов в почвенном растворе влияет на поглощения магния растениями. Увеличивается поглощения магния при внесении нитратных удобрений, а при внесении аммиачных и калийных удобрений наоборот снижают поглощение магния.

Научно-обоснованное применение Mg²⁺ – это высокоэффективный и экономический выгодный прием повышения продуктивности агроценозов [21-23]. В связи с этим актуальна разработка регламентов внесения магниевых удобрений с учетом его оптимального уровня в почве, что может снизить дефицит питательных веществ [24].

Цель исследований – установить эффективность использования магниевых удобрений АгроМаг под картофелем.

Методика. В опыте исследовали эффективность магниевых удобрений АгроМаг мелиорант марки А и АгроМаг мелиорант марки В. Цель исследования заключалась в установлении биологической эффективности магниесодержащих мелиорантов в качестве компонента системы питания картофеля с учетом почвенно-климатических условий и биологических особенностей культуры.

Магниевое удобрение АгроМаг производится на основе природного минерала брусит, который добывают на предприятии группы компаний Brucite+ – ООО «Кульдурский бруситовый рудник» в Еврейской АО. Это удобрение используется для нейтрализации избыточной кислотности почв и повышения их плодородия. Химический состав агрохимиката представлен в таблице 1.

1. Химический состав препарата АгроМаг

Показатель	Марка А		Марка В	
	дроб- ле- ный	гранули- рован- ный	дроб- ленный	гранули- рованный
Массовая доля, %: MgO/Mg, не менее	55/33		50/30	
CaO/Ca, не более	10/7		15/11	
Массовая доля влаги, %, не более	1		1	

АгроМаг мелиорант марки: дробленый А, дробленый В, имеет размер частиц: 0,5-2 мм. АгроМаг мелиорант марки: гранулированный А, гранулированный В, характеризуется размером гранул 2-4 мм.

В качестве объекта исследований использовали раннеспелый сорт картофеля Коломба. Оригинатор: Фирма «НЗРС», Голландия. Сорт столового назначения, с высокими вкусовыми качествами. Клубни с желтой мякотью. Глубина залегания глазков – мелкая и средняя. Кожура светло-желтая, гладкая. Вегетационный период составляет 60 – 65 суток. Товарная урожайность 224-422 ц/га. Содержание крахмала 11,0-15,0%. Товарность 81-98%. Лежкость 95%. Сорт устойчив к возбудителю рака картофеля, золотистой картофельной цистообразующей нематоды, среднеустойчив к возбудителю фитофтороза.

Полевой опыт был заложен на экспериментальном полигоне ФГБНУ «ФНЦ зернобобовых и крупяных культур» в Орловской области. Посадку картофеля произвели 23 мая 2022 года. Условия для выращивания картофеля в целом были благоприятными, температура воздуха – +12,2 °С, температура прогрева почвы – +11,6 °С.

В течение вегетационного периода температура воздуха находилась в диапазоне +19-21,8 °С. Количество выпавших осадков и характер их распределения было недостаточным для оптимального развития картофеля.

Оптимальные агрохимические показатели почв для выращивания картофеля: рН_{KCl} 5,3-6,5, содержание гумуса не менее 1,8%, подвижного фосфора и обменного калия не менее 150-200 мг/кг почвы.

Почва опытного поля характеризовалась как темно-серая лесная тяжелосуглинистая и со следующими агрохимическими показателями: рН – 5,5, содержание фосфора – 186 мг/кг, содержание калия 78 мг/кг, содержание органического вещества – 5,1%, сумма обменных оснований 32 мг-экв/100 г почвы.

Схема опыта состояла из 10 вариантов:

1. Контроль – без удобрений
2. NPK
3. NPK + 200 кг/га физ. массы АгроМаг мелиорант марка А
4. NPK + 200 кг/га физ. массы АгроМаг мелиорант марка В
5. NPK + 400 кг/га физ. массы АгроМаг мелиорант марка А
6. NPK + 400 кг/га физ. массы АгроМаг мелиорант марка В
7. NPK + 600 кг/га физ. массы АгроМаг мелиорант марка А
8. NPK + 600 кг/га физ. массы АгроМаг мелиорант марка В
9. NPK + 800 кг/га физ. массы АгроМаг мелиорант марка А
10. NPK + 800 кг/га физ. массы АгроМаг мелиорант марка В.

Повторность опытов 4-кратная. Площадь опытных делянок – 12,5 м². Ширина междурядий – 70 см. Нормы высева – 50 тыс. шт/га.

Полевой опыт и его проведение было в соответствии с общепринятыми методиками [25, 26].

Гречиха являлась предшественником для картофеля. Почву готовили для посадки путем зяблевой вспашки и предпосадочной ее обработки. Стерню зерновых культур лущили на глубину 6-8 см. Осенью после уборки предшествующей культуры проводили обработку

гербицидом ураган, 36 % в.р. – 4 л/га. Внесение мелиоранта произвели 19.11.2021 г. – на вариантах № 3-10.

Внесение магниевого удобрения-мелиоранта АгроМаг производили вручную. Вспашку зяби проводили плугами с предплужниками МТЗ-82+ПЛН 3-45 на глубину 28-30 см. Ранневесенняя обработка почвы включала: боронование, которое проводили боронами БЗТС-1,0 в два следа, диагонально-перекрестным способом на глубину 4-6 см; культивацию культиватором КПС-4 на глубину 14-16 см и глубокое рыхление накануне посадки картофеля. Фоновое удобрение (NPK) в виде азофоски 16:16:16 вносили под культивацию в дозе 3 центнера на гектар.

Во время ухода за картофелем проходились такие мероприятия, как рыхление почвы и защита растений от вредителей, сорняков и болезней. После всходов проводили междурядную обработку культиватором КРН-5,6 на глубину 14-16 см. Вторую междурядную обработку проводили через 8 дней после первой КРН-5,6 на глубину 8-10 см.

Интегрированная защита картофеля направлена на ограничение численности вредителей и предупреждение их распространения. Растения картофеля опрыскивали раствором инсектицида Каратошанс, КЭ – 0,25 л/га, раствором гербицида Шантус, ВДГ 0,05 г/л.

В вегетационный период 2023 года на участке поля, где были внесены магнийсодержащие удобрения, был чистый пар. Обработки почв не производилось. Отсутствие перемешивания почв, а значит, возможное взаимодействие агрохимикатов с почвой было ограничено.

Результаты и их обсуждение. В третье декаде мая сложились благоприятные условия для посадки картофеля. Количество осадков было выше среднегодовых показателей, что обеспечило необходимую влажность.

По результатам фенологических наблюдений через 20 дней после посадки картофеля появились всходы, через 22 дня после всходов была отмечена фаза бутонизации, через 29 дней после всходов наступила фаза цветения, через 42 дня после всходов была отмечена фаза созревания, через 55 дней после всходов наблюдалась фаза увядания.

Учет урожайности (табл. 2, рис. 1) показал, что наименьший урожай составил 10,7 т/га в контрольном варианте опыта. В варианте с применением NPK урожайность увеличилась 2,4 т/га по сравнению с контрольным вариантом и составила 13,1 т/га.

Применение магниевого удобрения АгроМаг в различных дозах оказало положительное влияние на урожайность: достоверные прибавки относительно фонового варианта (вар. 2) составляли от 2,3 до 4,9 т/га или от 17,6 до 37,4 %. Наибольшая урожайность отмечена в варианте с применением АгроМаг марка В в дозе расхода 600 кг/га – 18,0 т/га.

2. Влияние удобрений на урожайность картофеля

№ п/п	Вариант	Урожайность, т/га
1	Контроль – без удобрений	10,7
2	NPK	13,1
3	NPK + 200кг/га физ. массы АгроМаг марка А	15,7
4	NPK + 200кг/га физ. массы АгроМаг марка В	13,4
5	NPK + 400кг/га физ. массы АгроМаг марка А	15,4
6	NPK + 400кг/га физ. массы АгроМаг марка В	16,1
7	NPK + 600кг/га физ. массы АгроМаг марка А	15,6
8	NPK + 600кг/га физ. массы АгроМаг марка В	18,0
9.	NPK + 800кг/га физ. массы АгроМаг марка А	15,9
10.	NPK + 800кг/га физ. массы АгроМаг марка В	15,9
НСП ₀₅		1,1

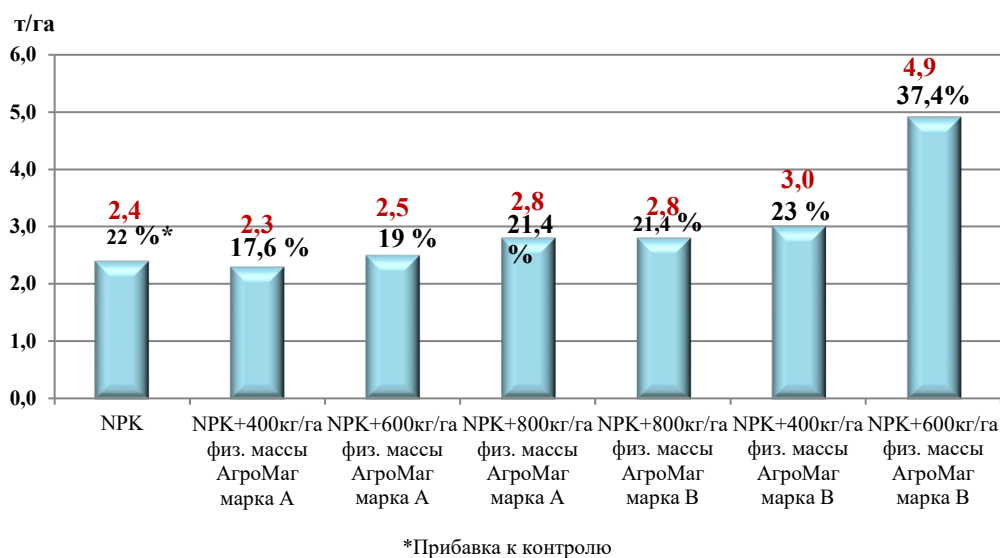


Рис. 1. Прибавка урожайности картофеля сорта Колумба (2022 г.)

Анализ структуры урожая показывает, что в зависимости от варианта обработки изменялись количественные признаки. За счет увеличения массы клубней картофеля и формирования большего количества клубней происходило увеличение урожайности (табл. 3, рис. 2).

При визуальном сравнении вариант с применением NPK, а также варианты с наибольшей прибавкой урожая: NPK + АгроМаг марка В с дозой 600 кг/га видно, что доля фракции размером < 30 мм в лучших вариантах

снизилась, а фракции с размером 31-60 мм и > 60 мм увеличились.

В 2023 г. проводили аналитические исследования динамики агрохимических свойств почвы после применения магниевых удобрений. Выявлено, что в зависимости от марки мелиоранта и дозы его внесения значительно изменилось содержание подвижного магния в почве (табл. 4).



Рис. 2. Фракционный состав клубней картофеля сорта Коломба (2022 г.)

3. Структурный анализ урожая картофеля сорта Коломба (2022 г.)

№ п/ п	Вариант	Кол-во клубней		Ср. масса клубней г/клубень	% клубней					
		с 1 м ²	с 1 куста		<30мм		31-60мм		>60мм	
					по числу	по массе	по числу	по массе	по числу	по массе
1	Контроль – (без удобрений)	20	5,7	53,5	13,6	3,0	79,7	80,6	6,8	16,6
2	NPK	18	5,4	68,4	14,3	1,8	78,6	65,6	7,1	14,6
3	NPK + 200кг/га АгроМаг марка А	22	6,3	71,4	1,7	0,2	81,4	62,6	16,3	35,2
4	NPK + 200кг/га АгроМаг марка В	20	5,7	67,0	1,8	2,1	68,9	63,9	16,4	34,3
5	NPK + 400кг/га АгроМаг марка А	26	7,4	59,2	6,4	0,8	83,3	74,4	10,3	24,8
6	NPK + 400кг/га АгроМаг марка В	23	6,6	70,0	7,4	1,0	79,4	68,3	13,2	30,8
7	NPK + 600кг/га АгроМаг марка А	22	6,3	70,9	9,2	1,0	72,3	61,3	18,5	38,0
8	NPK + 600кг/га АгроМаг марка В	24	6,9	74,9	2,8	0,4	84,7	74,5	11,1	25,0
9	NPK + 800кг/га АгроМаг марка А	20	5,7	79,5	1,6	0,2	83,6	62,5	14,8	37,3
10	NPK + 800кг/га АгроМаг марка В	26	7,4	61,2	6,4	0,8	85,9	77,4	7,7	21,6

4. Агрохимические показатели почвы

Показатель	Контроль – без удобрений	NPK	NPK + АгроМаг							
			200 кг/га		400 кг/га		600 кг/га		800 кг/га	
			марка А	марка В	марка А	марка В	марка А	марка В	марка А	марка В
Подвижный фосфор, мг/100 г	20,7	19,1	17,3	21,7	23,3	24,5	24,8	23,6	24,4	23,9
Подвижный калий, мг/100 г	11,3	11,7	11,8	14,5	14,2	13,0	12,6	12,4	12,7	13,1
Массовая доля органического вещества, %	3,79	3,85	4,40	4,27	4,34	4,44	4,38	4,93	4,91	4,87
Нитратный азот, мг/кг	2,69	3,21	5,63	5,02	5,09	4,07	5,42	2,81	4,32	3,78
Аммонийный азот, мг/кг	5,54	6,32	5,16	7,54	7,38	7,37	7,70	6,35	6,93	7,45
Подвижный Mg, моль/100 г	1,55	1,61	1,70	1,67	2,75	2,60	2,60	2,47	2,64	2,55
pH	5,29	5,23	5,22	5,33	5,35	5,27	5,27	5,35	5,41	5,40

Наибольшее его содержание отмечается в вариантах: NPK+ 400 кг/га АгроМаг марка А – 2,75 моль/100 г, NPK+ 800 кг/га АгроМаг марка А – 2,64 моль/100 г, NPK+ 400 кг/га АгроМаг марка В и NPK+ 600 кг/га АгроМаг марка А – 2,60 моль/100 г и NPK+ 800 кг/га АгроМаг марка В – 2,55 моль/100 г.

В отношении показателя кислотности почв отмечены незначительные изменения, что может быть объяснено отсутствием обработки почв и почвенной пестротой почв опытного участка.

В последствии мелиорантов было определено изменение физико-механических свойств почв. Структура почвы с хорошей связностью, водопрочностью и пористостью имеет высокую агрономическую ценность.

Через год после внесения мелиорантов в пахотном слое почвы возросло количество агрономически ценных агрегатов примерно на 8% по сравнению с контролем. Таким образом, подтверждается эффективность магниевых удобрений АгроМаг для улучшения структуры почвы (табл. 5).

Из таблицы 5 видно, при использовании мелиоранта марки А в дозе 800 кг/га установлено достоверное увеличение количества водопрочных агрегатов в слое 0-20 см на

4,3%, в слое 20-40 на 5,6 %. Аналогично при использовании мелиоранта марки В в дозе 800 кг/га установлено достоверное увеличение количества водопрочных агрегатов в слое 0-20 см на 5,3%, в слое 20-40 на 6,1 %.

При внесении мелиорантов марки А и В сумма агрономически ценных агрегатов составляет более 70%, что привело к переходу темно-серых лесных среднесуглинистых почв из категории почв с хорошим структурным состоянием (сумма агрономически ценных агрегатов составляет 60%) в категорию с отличным структурным состоянием.

Внесение мелиоранта марки А способствовало увеличению коэффициента структурности (Кстр.) в пахотном слое до 2,71. Аналогичные изменения наблюдаются и при применении мелиоранта марки В, коэффициент структурности в пахотном слое увеличивается до 2,76. Таким образом, внесение мелиорантов оказывает положительное влияние на структурный состав темно-серых лесных почв.

5. Влияние мелиорантов AgroMag на агрегатный состав почвы и его качество (2023 г.)

Вариант опыта	Слой почвы, см	Сумма водопрочных агрегатов, %	Сумма агрономически ценных агрегатов, %	Кстр.
Контроль – без удобрений	0-20	50,0	60,7	1,93
	20-40	51,1	69,4	2,41
NRK +	200	0-20	50,6	1,95
Агро-Маг	кг/га	20-40	53,4	2,42
	400	0-20	51,5	2,09
мелиорант	кг/га	20-40	54,0	2,52
марка А	600	0-20	53,8	2,43
	кг/га	20-40	56,0	2,93
	800	0-20	54,3	2,71
	кг/га	20-40	56,7	3,32
NRK+	200	0-20	50,8	1,97
Агро-Маг	кг/га	20-40	52,8	2,43
	400	0-20	51,3	2,11
мелиорант	кг/га	20-40	53,9	2,54
марка В	600	0-20	53,2	2,47
	кг/га	20-40	55,5	2,98
	800	0-20	55,3	2,76
	кг/га	20-40	57,2	3,32
НСР ₀₅ , 0-20			4,05	3,12
НСР ₀₅ , 20-40			3,45	6,17

Закключение. При применении магнийсодержащих мелиорантов линейки АгроМаг марки А и марки В отмечено достоверное положительное влияние на рост и развитие картофеля, улучшается структура урожая, увеличивается урожайность. Наибольшая урожайность получена в условиях применения АгроМаг марка В в дозе 600 кг/га – 18,0 т/га. Повышение дозы мелиорантов до 800 кг/га, не угнетает рост растений, способствует улучшению структуры урожая картофеля и увеличению урожайности на 21-23 % относительно фона NPK.

Внесение мелиорантов АгроМаг приводит к накоплению в почве подвижного магния, улучшению структурного состояния темно-серой лесной почвы. Через год после внесения мелиорантов количество агрономически ценных агрегатов существенно возрастает в пахотном слое (на 8,0% по сравнению с контролем).

Литература

1. Tang, L., Xiao, L., Chen, E., Lei, X., Ren, J., Yang, Y., et al. (2023). Magnesium transporter CsMGT10 of tea plants plays a key role in chlorosis leaf vein greening. *Plant Physiol. Biochem.* 201, 107842. doi: 10.1016/j.plaphy.2023.107842
2. Морозова Л. (2022). Роль ионов магния для роста и развития томатов при выращивании в условиях защищенного грунта. *Сбалансированный состав. использование.* 10, 112–118.
3. Клецовский Л. А., Игамбердиев А. У. (2021). Сигнализация магния в растениях. *Int. J. Mol. Sci.* 22, 1159.22.
4. Цзяо Дж., Ли Дж., Чанг Дж., Ли Дж., Чен Х., Ли З. и др. (2023). Магний

влияет на углеводный состав листьев, сок флоэмы и мезокарпии восковой тыквы (*Benincasahispida* (Thunb.) Cogn.). *Агрономия* 13, 455.

5. Ренгель З., Боэ Дж., Чен К., Трипати Б. Н. (2015). Магний снижает токсичность алюминия и тяжелых металлов для растений. *Наука о сельскохозяйственных настициях.* 66, 1298-1307.
6. Wang, Z., Hassan, M. U., Nadeem, F., Wu, L., Zhang, F., Li, X. (2020). Magnesium fertilization improves crop yield in most production systems: A meta-analysis. *Front. Plant Sci* 10, 1727.
7. Zhang, B., Cakmak, I., Feng, J., Yu, C., Chen, X., Xie, D., et al. (2020). Magnesium deficiency reduced the yield and seed germination in wax gourd by affecting the carbohydrate translocation. *Front. Plant Sci.* 11, 797.
8. Schormann, N., Hayden, K. L., Lee, P., Banerjee, S., Chattopadhyay, D. (2019). An overview of structure, function, and regulation of pyruvate kinases. *Protein Sci.* 28, 1771–1784.
9. Чен, Х., Ван, З., Мунир, М. А., Ма, К., Хе, Д., Уайт, П. Дж. и др. (2023). Китайская теория нехватки питательных веществ меняется: данные по 15 культурам в 13 провинциях. *Food Energy Secur* 12, e389.
10. Кумари В.В., Банерджи П., Верма В.С., Сукумаран С., Чандрон М.А.С., Гоминатх К.А. и др. (2022). Питание растений: эффективный способ ослабления абиотического стресса у сельскохозяйственных культур. *Int. J. Mol. Sci.* 23, 8519.
11. Silva, D. M. d., Souza, K., Vilas Boas, L. V., Alves, Y. S., Alves, J. D. (2017). The effect of magnesium nutrition on the antioxidant response of coffee seedlings under heat stress. *Sci. Hortic.* 224, 115–125.
12. Фархат, Н., Элькуни, А., Зорриг, В., Смауи, А., Абделли, К., Рабхи, М. (2016). Влияние дефицита магния на фотосинтез и расщепление углеводов. *ActaPhysiol. Zool.* 38, 145.
13. Дулас-Гальердо, О. А., Мурильо-Лопес, Дж. А., Оллер, Дж., Малхолланд, А. Дж., Верингер-Мартинес, Э. (2022). Фиксация диоксида углерода в RuBisCO зависит от состояния протонирования и необратима. *ACS Catal* 12, 9418-9429.
14. Verbruggen, N., Hermans, C. (2013). Physiological and molecular responses to magnesium nutritional imbalance in plants. *Plant Soil* 368, 87–99.
15. Assunção, A. G. L., Cakmak, I., Clemens, S., González-Guerrero, M., Nawrocki, A., Thomine, S. (2022). Micronutrient homeostasis in plants for more sustainable agriculture and healthier human nutrition. *J. Exp. Bot.* 73, 1789–1799.
16. Cakmak, I., Yazici, A. M. (2010). Магний: забытый элемент в растениеводстве. *Улучшенные урожаи* 94, 23–25.
17. Игамбердиев А. У., Клецовский Л. А. (2011). Магний и клеточная энергетика растений в условиях кислородного голодания. *Biochem. J.*
18. Херманс, К., Конн, С. Дж., Чен, Дж., Сяо, К., Вербругген, Н. (2013). Обновленная информация о механизмах гомеостаза магния в растениях. *Металломика.* 5, 1170-1183.
19. Verbruggen, N., Hermans, C. (2013). Physiological and molecular responses to magnesium nutritional imbalance in plants. *Plant Soil* 368, 87–99.
20. Воеводина Л. А., Воеводин О. В. Магний для почвы и растений // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, № 2(18), 2015. – С. 70–81.
21. Аднан М., Тампуболон К., Ур Рехман Ф., Саид М. С., Хайят М. С., Имран М. и др. (2021). Влияние внекорневого внесения магния на садовые культуры: обзор. *Agrinula: Журнал агротехнологий дан Перкебунан* 4, 13-21.
22. Tang, R. J., Luan, S. (2020). Rhythms of magnesium. *Nat. Plants.* 6, 742–743.
23. Bin, M., Yi, G., Zhang, X. (2023). Discovery and characterization of magnesium transporter (MGT) gene family in *Citrus sinensis* and their role in magnesium deficiency stress. *Plant Growth Regul.* 100, 733–746.
24. Петров А. С., Бернзе К. Р., Сяо К., Окафор К. Д., Танненбаум Э., Стерн Дж. и др. (2012). РНК-магний-белковые взаимодействия в крупной субъединице рибосомы. *J. Phys. Chem.* 116.
25. Методическими указаниями по проведению оценки сортов и гибридов картофеля на испытательных участках, ФГБНУ ВНИИКС. М., 2017 – 11 с.
26. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985 – Вып. 1 – 269 с.
27. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985.

THE EFFECTIVENESS OF MAGNESIUM FERTILIZER AGROMAG IN AGROCENOSIS WITH POTATOES DEPENDING ON SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS

N.I. Akanova¹, A.V. Kozlova², I.I. Seregina³, A.A. Polukhin⁴, D.E. Kutryeva¹

¹ FGBNU "D.N. Pryanishnikov Research Institute of Agrochemistry" 31a Pryanishnikova str., Moscow, 127434, Russia

² LLC "Russian Mining and Chemical Society", 7 Pavlovskaya str., Moscow, 115093, Russia, info@brucite-plus, +7 495 789 65 30

³ FGBOU VO "RGAU- MSHA named after K.A. Timiryazev" Russia,

127434, Moscow, Timiryazevskaya str., 49, e-mail: lapushkin@rgau-msha.ru,

⁴ Federal State Budgetary Institution of the Federal Research Center for Legumes and Cereals, Oryol Municipal District, Streletsky settlement, Molodezhnaya street, 10, building. I, +7 (4862) 40-32-24

The article presents the results of a study of the effectiveness of a magnesium-containing fertilizer as an ameliorant in a crop rotation with potatoes. The direct effect and aftereffect of the AgroMag line of ameliorants of brands A and B on the yield and quality of the Colomba potato variety, as well as on changes in the agrochemical and physical-mechanical properties of dark gray forest soils, were revealed. It was established that the introduction of a magnesium-containing ameliorant increases the yield of potato tubers; the highest yield was obtained at a dose of 600 kg/ha of AgroMag grade B and amounted to 18.0 t/ha.

Keywords: magnesium-containing fertilizers, meliorants, potatoes, agrocenosis, soil and climatic conditions.