

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЧВ

Н.И. Аканова¹, д.б.н., А.В. Козлова², к.с.-х.н., С.А. Фокин³, к.с.-х.н., П.И. Солнцев⁴, к.с.-х.н.

¹ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», e-mail: n_akanova@mail.ru,

²ООО «Русское Горно-химическое Общество», e-mail: AKozlova@brucite.plus,

³ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ», e-mail: fok.s.a@mail.ru

⁴ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», e-mail: solntsev.pawel@yandex.ru

Приведены результаты исследований эффективности применения новых магниевых удобрений, производимых на основе природного минерального сырья – брусита, на посевах сои на черноземе типичном, выщелоченном и луговой черноземовидной почве. Выявлены оптимальные дозы и способы применения магниевых удобрений, позволяющие получить прибавки урожая зерна сои в различных почвенно-климатических условиях на уровне 1,8-4,1 ц/га.

Ключевые слова: магниевые удобрения, магний, брусит, соя, урожайность, качество зерна, плодородие почвы.

Для цитирования: Аканова Н.И., Козлова А.В., Фокин С.А., Солнцев П.И. Эффективность применения магниевых удобрений при возделывании сои на различных типах почв // Плодородие. – 2022. – №5. – С. 55-60.

DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.14.

Соя – одна из ценнейших сельскохозяйственных культур, имеющая важное продовольственное (в том числе диетическое), кормовое и техническое значение. При возделывании сои особое внимание уделяют сбалансированному минеральному питанию растений. Согласно многочисленным исследованиям, основным фактором роста урожайности сои и улучшения качества зерна является применение макро-, мезо- и микроудобрений [1-5].

Соя, как и все представители семейства бобовых, характеризуется высоким выносом магния на единицу продукции: в среднем с 1 т семян сои выносятся около 2,5-3,0 кг MgO [6].

Имеются сведения о положительном влиянии магния на устойчивость растений к абиотическим стрессам, на размножение клубеньковых бактерий, рост клубеньков на корнях сои и симбиотическую азотфиксацию [7]. Поэтому в систему удобрения сои, особенно в условиях интенсивного земледелия, наряду с кальцием, серой, бором и молибденом, целесообразно включать магний.

Однако эффективность использования магниевых удобрений при возделывании сои и их влияние на продуктивность культуры изучены еще недостаточно.

Цель наших исследований – изучить влияние возрастающих доз магниевых удобрений на продуктивность сои сортов Белгородская 8, Умка и Оптима СК на черноземе типичном, луговой черноземовидной почве (табл. 1) и черноземе выщелоченном.

Методика. Полевые опыты с новыми формами отечественных магниевых удобрений марки АгроМаг на основе минерала брусита (природного гидроксида магния) проводили в 2020-2021 г. в двух различных природно-климатических зонах РФ: Белгородской и Амурской областях. Изучаемые удобрения выпускаются Группой Компаний «Brucite+» в формах гранул для внесения в почву и жидкой водной суспензии, используемой преимущественно в качестве листовых подкормок во время вегетации растений.

АгроМаг гранулированный – удобрение пролонгированного действия с высоким содержанием действующего вещества (> 61% MgO), полученное путем размолла и дальнейшей грануляции экологически чистого природ-

ного брусита Кульдурского месторождения. АгроМаг АктиМакс – магниесодержащее жидкое удобрение в виде стабилизированной водной суспензии, содержащей не менее 34,6% MgO [8].

Полевой опыт №1. Заложен и проведен на территории экспериментального полигона ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» в Белгородском районе Белгородской области. В качестве объекта исследования использовали сою сорта Белгородская 8 [10]. Почва опытного участка – чернозем типичный тяжелосуглинистый среднесиловый с агрохимической характеристикой, представленной в таблице 1.

1. Агрохимическая характеристика почв опытного участка

Почва	Гумус, %	pH _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Нг	S	CaO	MgO
			мг/кг		мг-экв/100 г почвы			
Чернозем типичный тяжелосуглинистый среднесиловый	5,0-5,2	5,8-6,0	60-65*	119-125*	2,7-3,0	34,2-36,4	20,5-21,3	4,0-4,3
Луговая черноземовидная среднесилов	4,3-4,4	5,2-5,3	64-76	166-240	2,8-5,3	36,0	14,0	2,7

*Содержание подвижного фосфора и обменного калия по Чирикову.

Агротехника сои общепринятая для Центрально-Черноземной зоны РФ. Предшествующая культура – озимая пшеница. Повторность опыта 4-кратная. Площадь делянки – 50 м². Все наблюдения и учеты в опыте проводили согласно общепринятым методикам. Статистическую обработку данных осуществляли по методике Б.А. Доспехова [9].

Аммофоску, АгроМаг гранулированный и сульфат магния 7-водный вносили весной под предпосевную культивацию. Листовые подкормки удобрением АгроМаг АктиМакс в дозах 4 и 6 л/га (2,1 и 3,4 кг MgO/га) проводили по вегетирующим растениям двукратно за сезон: в фазах 4-го тройчатого листа и налива зерна ранцевым опрыскивателем. Норма расхода рабочего раствора 200 л/га. Убирали урожай в фазе полного созревания бобов методом прямого комбайнирования комбайном «Сампо 500». Схема опыта приведена в таблице 2.

2. Схема опыта

№ варианта опыта	Аммофоска, кг д.в./га	АгроМаг гранулированный	АгроМаг АктиМакс	Сульфат магния 7-водный
		кг MgO/га		
1	-	-	-	-
2	60:60:60	-	-	-
3	60:60:60	-	2,1 x 2	-
4	60:60:60	-	3,4 x 2	-
5	60:60:60	70 -75*	2,1 x 2	-
6	60:60:60	150	3,4 x 2	-
7	60:60:60	-	-	70

*В 2020 г. доза удобрения составляла 75 кг MgO/га, в 2021 г. она была уточнена и составила 70 кг MgO/га.

Агроклиматические условия в годы проведения исследований (2020-2021) в целом были типичными для зоны, но различались по температуре и количеству осадков (рис. 1, 2).

В 2020 г. погодные условия были благоприятными для сои, но с избыточным количеством осадков в мае и августе (ГТК = 1,5). 2021 г. выдался контрастным по агроклиматическим условиям, сравнительно неблагоприятным для культуры, с избыточным увлажнением в мае – июне и недостаточным – в июле-сентябре.

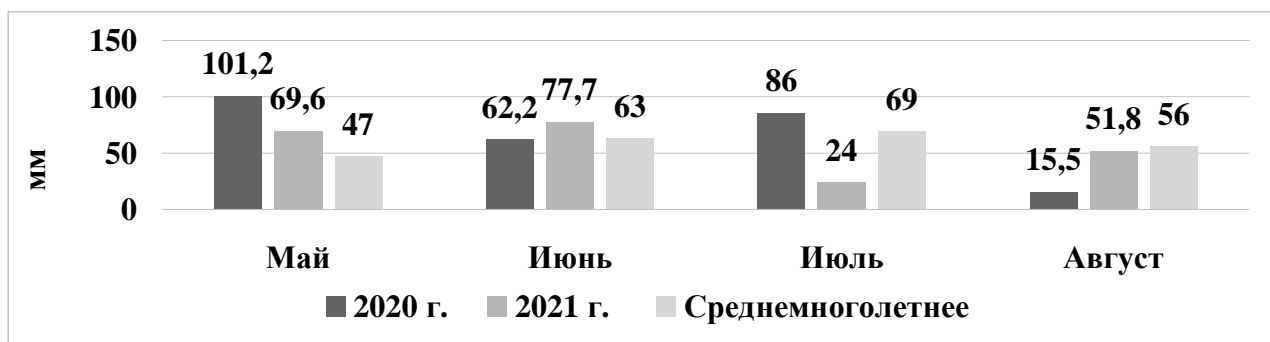


Рис. 1. Количество осадков, по годам (полевой опыт №1)

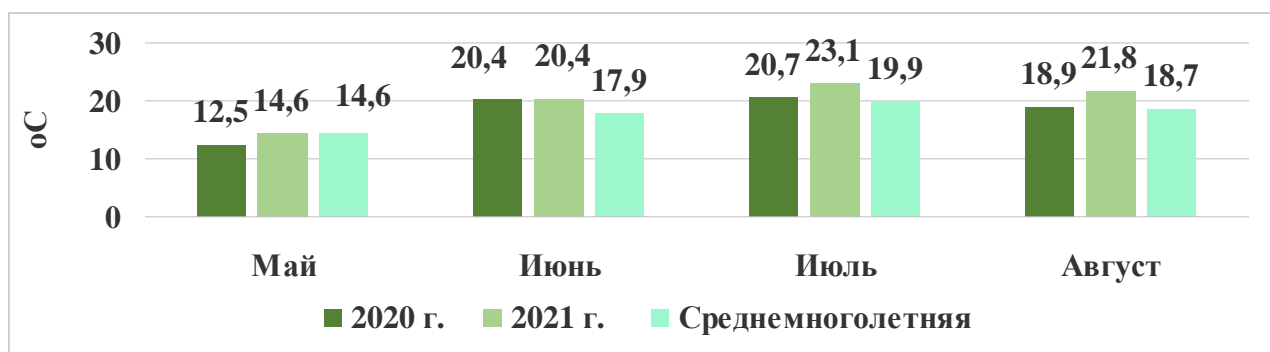


Рис. 2. Температура воздуха по годам (полевой опыт №1)

Полевой опыт №2. Заложен и проведен на опытном поле ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ» (Амурская обл., Благовещенский район, с. Грибское,) на луговой черноземовидной почве. В качестве объекта исследований использовали сою сорта Умка [11, 12]. Почва опытного участка – луговая черноземовидная среднетяжелая (см. табл. 1).

Закладку полевого опыта, учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам. Общая площадь делянки 64 м², площадь учетной делянки 32 м². Повторность 3-кратная, размещение делянок систематическое. Агротехника в опыте общепринятая для условий Приамурья. Предшественник – яровая пшеница. Статистическая обработка данных проведена по методике Б.А. Доспехова в программе Statistica v 7 [9].

Аммофос, АгроМаг гранулированный и сульфат магния 7-водный вносили весной вразброс под предпосевную культивацию. Листовые подкормки магнием осуществляли в фазах 4-го тройчатого листа и начала налива зерна с помощью ранцевого опрыскивателя в дозах 3 и 5 л/га (или 1,7 и 2,9 MgO/га). Норма расхода рабочего раствора 200 л/га. Уборку сои проводили сплошным поделаночным комбайнированием комбайном TER-

RION SR2010 в фазе полной спелости культуры. Схема опыта приведена в таблице 3.

3. Схема опыта

№ варианта опыта	Аммофос*, кг д.в./га	АгроМаг гранулированный	АгроМаг АктиМакс	Сульфат магния 7-водный
		кг MgO/га		
1	-	-	-	-
2	6-7:26-30	-	-	-
3	6-7:26-30	-	1,7 x 2	-
4	6-7:26-30	-	2,9 x 2	-
5	6-7:26-30	15	-	-
6	6-7:26-30	30	-	-
7	6-7:26-30	-	-	15
8	6-7:26-30	-	-	30

* В 2020 г. доза NP составляла 6:25 кг д.в./га, в 2021 г. – 7:30 кг д.в./га.

Метеорологические условия 2020 г. (рис. 3, 4) в Благовещенском районе Амурской области были неблагоприятными для возделывания сои и существенно отличались от среднемноголетней нормы, преимущественно характеризуюсь длительным избыточным переувлажнением почвы, которое, в сочетании с недостаточно вы-

сокими температурами воздуха, способствовало значительному развитию грибных болезней сои. На отдельных участках от избытка влаги наблюдалось полегание посевов. Таким образом, погодные условия 2020 г. внесли коррективы в результаты опыта.

Погодные условия 2021 г. были удовлетворительными для возделывания сои, близкими к среднемугодовым данным. Они характеризовались неустойчивым температурным режимом, но достаточным и равномерным увлажнением.

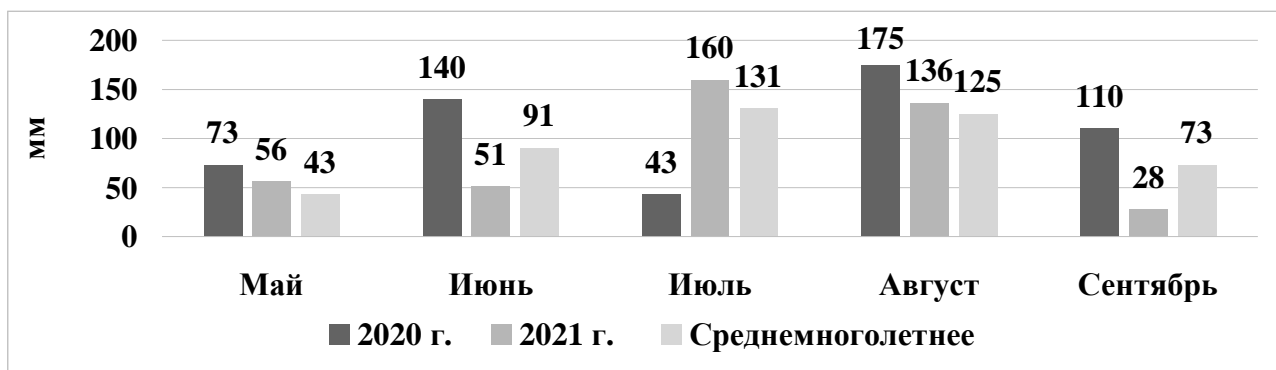


Рис. 3. Количество осадков по годам (полевой опыт №2)

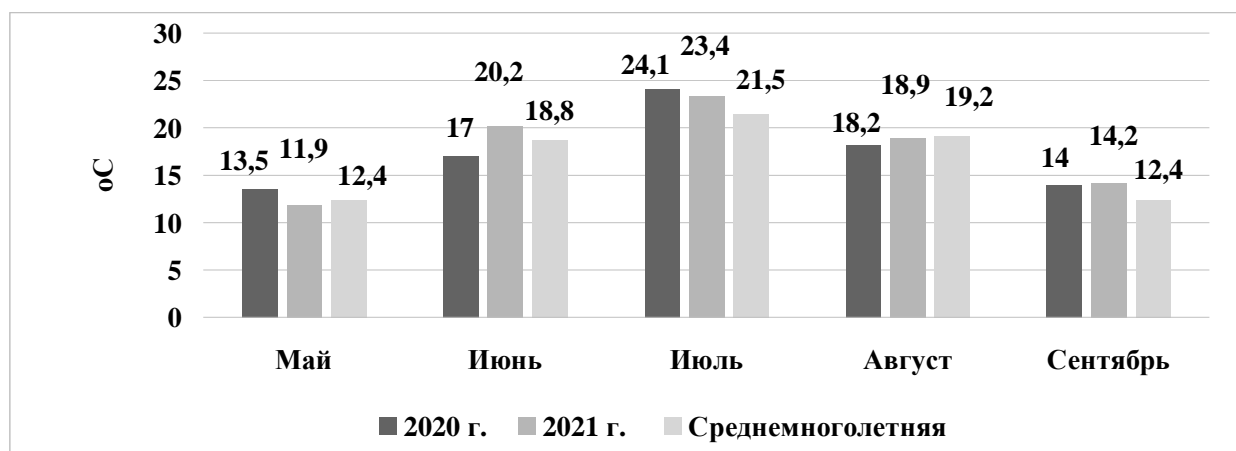


Рис. 4. Температура воздуха по годам (полевой опыт №2)

Производственный опыт. Заложен в Усть-Лабинском районе Краснодарского края на чернозёме выщелоченном в хозяйстве АО «Рассвет» в 2020 г. Объект исследований – соя сорта Оптима СК. Опыт проводили на поле общей площадью 97 га. Предшественник – сахарная свекла. На всей площади поля основное минеральное удобрение внесли осенью под вспашку. Усть-Лабинский район находится в зоне недостаточного увлажнения с высокой вероятностью засух, в том числе ранневесенних. Поэтому на площади 9,5 га АгроМаг гранулированный в дозе 61,4 кг MgO/га, как и основное удобрение, внесли осенью под вспашку, чтобы исключить возможность попадания гранул в пересыхающий слой почвы. В фазе бутонизации на площади 5 га из 9,5 га, которые были удобрены осенью гранулированным бруситом, была проведена некорневая подкормка посева суспензией АгроМаг АктиМакс в дозе 3 л/га (1,7 кг MgO/га). Норма расхода рабочего раствора 200 л/га.

Схема производственного опыта состояла из трех вариантов:

1. Фон – схема хозяйства;
2. Фон + АгроМаг гранулированный (61,4 кг MgO/га);
3. Фон + АгроМаг гранулированный (61,4 кг MgO/га) + АгроМаг АктиМакс (1,7 кг MgO/га).

Опыт заложен на черноземе выщелоченном тяжело-суглинистом, с реакцией среды, близкой к нейтральной,

хорошо обеспеченным азотом. Содержание подвижного фосфора и обменного калия от среднего до повышенного (в среднем 168,0 мг/кг P₂O₅ и 198 мг/кг K₂O). Содержание обменных форм кальция и магния 21,2 и 6 мг/кг почвы соответственно. Сумма поглощенных оснований – 27,2 мг/кг почвы.

Территория расположения производственного опыта относится к 3-й агроклиматической зоне Краснодарского края. В 2020 г. погода в период вегетации была неустойчивой и характеризовалась следующей температурой воздуха и количеством выпавших осадков: в апреле средняя месячная температура воздуха была ниже средне многолетней на 1,3–2,6°C при отсутствии осадков (выпало лишь 4 мм). В мае температура воздуха существенно не отклонялась от средних многолетних значений, осадков выпало на 46,4% больше, чем в среднем за много лет. Температура воздуха в июне превышала средне многолетние значения, а количество осадков составило лишь 48% от нормы. В июле и августе температура воздуха превышала средние многолетние значения на 1,9°C, осадков в июле выпало на 72% больше, а в августе на 72% меньше средней многолетней величины. В целом погодные условия в период вегетации нельзя характеризовать как оптимальные. Постоянная смена засушливого периода избыточным увлажнением отрицательно сказывалась на росте и развитии растений.

Результаты и их обсуждение. Несмотря на значительное варьирование погодных условий в зоне проведения *опыта №1*, применение магниевых удобрений оказало положительное влияние на урожайность сои. В таблице 4 приведены данные по урожайности и качеству зерна сои в среднем за 2 года исследований. Самым низким урожай был на неудобренном контроле (вар. 1). На минеральном фоне (вар. 2 – $N_{60}P_{60}K_{60}$) урожайность выросла на 4,5 ц/га, или на 30% относительно неудобренного варианта. Совместное применение аммофоски и магниевых удобрений в различных дозах и сочетаниях (вар. 3-7) позволило получить прибавки урожайности сои относительно неудобренного контроля на уровне 5,6-8,3 ц/га, или 37,3-55,3 %. При этом доля достоверной прибавки (с учетом $HCP_{05} = 1,48$) от магниевых удобрений составила 9,2-19,5%.

Наибольшая прибавка урожая зерна относительно фона $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 19,5%, была получена в среднем за 2 года в варианте с совместным применением гранулированного АгроМага, внесенного в почву, и последующих листовых подкормок магнием в повышенных дозах (вар. 6). Прибавка урожайности, полученная в варианте 4 (совместное применение АгроМага гранулированного в дозе 70-75 кг MgO/га и двух листовых подкормок АгроМаг АктиМаксом в дозе 2,1 кг MgO/га), сравнима с прибавкой, полученной в варианте с применением сульфата магния 7-водного в почву – 2,0 и 2,4 ц/га соответственно.

В вариантах с двукратным применением листовых подкормок АгроМаг АктиМаксом на фоне NPK (вар. 3 и 4) с увеличением доз агрохимиката от 4 до 6 л/га (2,1 и 3,4 MgO/га) возрастала урожайность сои с 20,6 до 21,3 ц/га. При этом относительно минерального фона достоверная прибавка урожая зерна от листовых подкормок получена при внесении максимальной дозы АгроМаг АктиМакса – 10,3%.

4. Продуктивность сои

№ варианта*	Урожайность, ц/га (среднее за 2020-2021 г.)	Прибавка урожая		Сырой протеин, %
		ц/га	%	
1	15,0	-	-	34,9
2	19,5	-	-	36,8
3	20,6	1,1	5,6	37,3
4	21,3	1,8	9,2	37,1
5	21,5	2,0	10,3	37,2
6	23,3	3,8	19,5	36,9
7	21,9	2,4	12,3	36,8
HCP_{05}	1,48			0,83

*См. табл. 2.

Применение минеральных удобрений оказало положительное влияние и на качество зерна сои. Содержание сырого протеина на неудобренном контроле составило в среднем 34,9%. Минеральные удобрения в различных дозах и сочетаниях позволили достоверно ($HCP_{05} = 0,83$) повысить содержание протеина на 1,9 – 2,4% относительно неудобренного контроля. При этом главную роль в повышении белковости сыграло применение аммофоски. Действие магниевых удобрений носило характер положительной тенденции, однако важно то, что при достоверном росте урожайности в опытных вариантах (вар. 4-7) не проявился «эффект ростового разбавления», и качество зерна не снижалось, оставаясь на уровне удобренного фона (вар. 2).

Оценка экономической эффективности использования магниевых удобрений в двухлетнем опыте выявила рентабельность применения линейки АгроМаг и преимущество удобрений на основе брусита перед более дорогим сульфатом магния 7-водным. При соизмеримых прибавках урожайности рентабельность системы удобрения, включающей магниевые удобрения АгроМаг, оказалась выше: средняя за 2 года дополнительная прибыль составила от 3,2 до 8 тыс. руб/га, с учетом средних оптовых цен на сою в регионе (рис. 5).

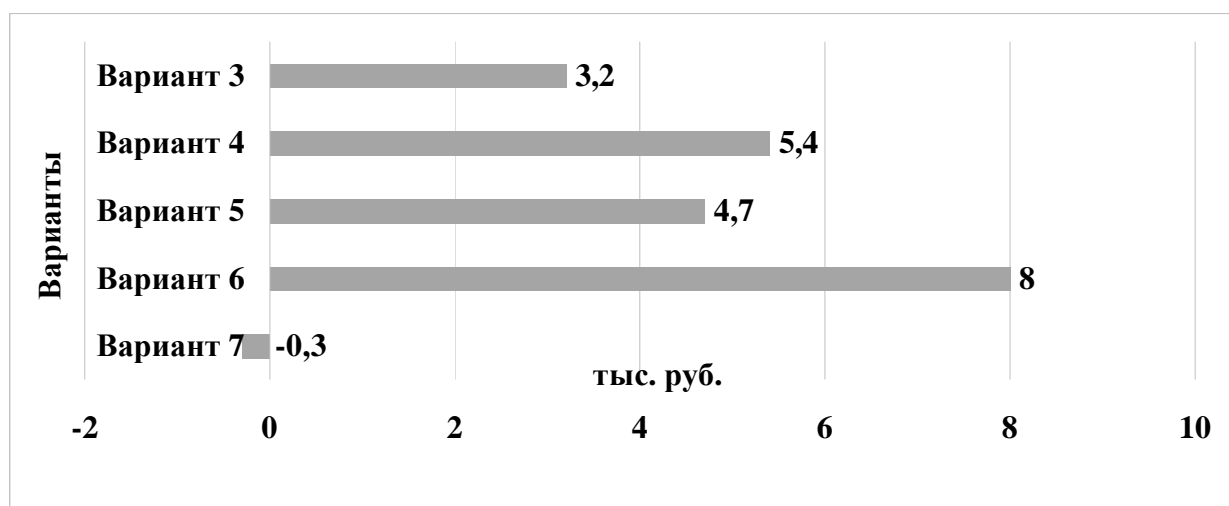


Рис. 5. Среднегодовое увеличение прибыли с 1 га от применения магниевых удобрений относительно минерального фона

Урожайность сои в полевом опыте №2 в условиях Амурской области в контрольном варианте без удобрений составила в среднем 17,9 ц/га (табл. 5., вар. 1). Совместное применение основного удобрения с магниевыми удобрениями в различных дозах и сочетаниях (вар. 3-6) позволило получить прибавку урожая зерна сои в среднем 2,5-4,4 ц/га, или 14-24,6%. При этом, дос-

товерная прибавка ($HCP_{05} = 1,74$) от аммофоса составила 10,6%, а от магниевых удобрений 11,1-12,6 %.

Такая высокая прибавка урожая зерна от магниевых удобрений в опыте связана, вероятно, со свойствами магния в неблагоприятных условиях окружающей среды оказывать защитное и общеукрепляющее воздействие на растения, способствовать устойчивости культур абиотическим стрессам.

5. Продуктивность сои сорта Умка

№ варианта*	Урожайность, ц/га (среднее за 2020-2021 г.)	Прибавка урожая		сырой протеин %	жир %
		ц/га	%		
1	17,9	-	-	37,7	18,4
2	19,8	-	-	38,2	18,6
3	22,3	2,5	12,6	37,4	21,3
4	21,4	1,6	8,1	37,5	20,4
5	22,1	2,3	11,6	39,6	19,0
6	22,0	2,2	11,1	39,5	19,7
7	20,9	1,1	5,6	36,1	21,2
8	20,4	0,6	3,0	36,9	20,8

*См. табл. 3.

В целом по опыту соя положительно отзывалась как на внесение магния в почву, так и на листовые подкормки удобрениями линейки АгроМаг. Наибольшая прибавка урожайности, в среднем за два года, была получена в варианте применения удобрения АгроМаг АктиМакс (вар. 3) в дозе по 3 л/га (1,7 кг MgO/га) в каждую подкормку.

Система минерального питания растений, включающая внесение в почву сульфата магния 7-водного в дозах, эквивалентных дозам удобрения АгроМаг гранулированный (вар. 7 и 8), в среднем по двум годам исследования проявила положительную тенденцию влияния на урожайность сои. Причиной слабого эффекта от удобрения было, вероятно, вымывание легкорастворимого в воде сульфата магния из пахотного горизонта почвы в нижележащие слои, особенно в условиях избыточно влажного вегетационного сезона 2020 г.

Стандарты качества сои сорта Умка (патент № 7823 от 23.04.2015 г.) по белку и жиру в семенах составляют 38,8 – 41,1 и 22,6 – 22,8% соответственно. Показатели качества зерна сои в нашем опыте составили: по белку – от 37,7 до 39,6%, по жиру – от 18,4 до 21,3%, что ниже стандартов качества сорта. Снижению качества зерна в целом по опыту в 2020 г., вероятнее всего, способ-

ствовала избыточно влажная погода, в условиях которой соя не смогла эффективно использовать часть питательных элементов и была поражена грибными болезнями. Стеkanie зерна могло произойти также из-за затянувшихся сроков уборки. В 2021 г. урожайность культуры была высокой, достигая 26 ц/га, что близко к верхней границе сортового потенциала сои Умка (30 ц/га). В этом случае качество зерна могло быть несколько ниже стандарта по причине ростового разбавления. Однако усредненные по двум годам результаты опыта показывают, что в различных по погодным условиям годам применение научно обоснованной системы удобрения может служить эффективным рычагом управления качеством зерна сои.

Как видно из данных таблицы 5, система удобрения, включающая основное удобрение в виде аммофоса в дозах $N_{6-7}P_{26-30}$ и магниевого удобрения АгроМаг гранулированный в дозе 30 кг MgO/га (вар. 6) позволила, при достоверном росте урожайности, увеличить содержание белка и растительного жира в зерне сои на 1,9 и 1,3 % соответственно.

На накопление жира в зерне наибольшее положительное влияние в опыте оказали применение на минеральном фоне листовых подкормок магниевым удобрением АгроМаг АктиМакс (вар. 3, вар. 4) и почвенное внесение сульфата магния 7-водного в возрастающих дозах (вар. 7, вар. 8). Содержание жира в вышеуказанных вариантах составило 20,4 – 21,3 и 20,8 – 21,2 % соответственно.

Анализ экономической эффективности показал высокую рентабельность включения магния в систему питания дальневосточной сои (рис. 6). Среднегодовые прибавки прибыли (с учетом средних оптовых цен на сою в регионе) от применения магниевых удобрений линейки АгроМаг в различных дозах и сочетаниях составили 5,0 – 9,9 тыс. руб/га, а от применения сульфата магния 7-водного в дозе 15 кг MgO/га – до 2,5 тыс. руб/га.

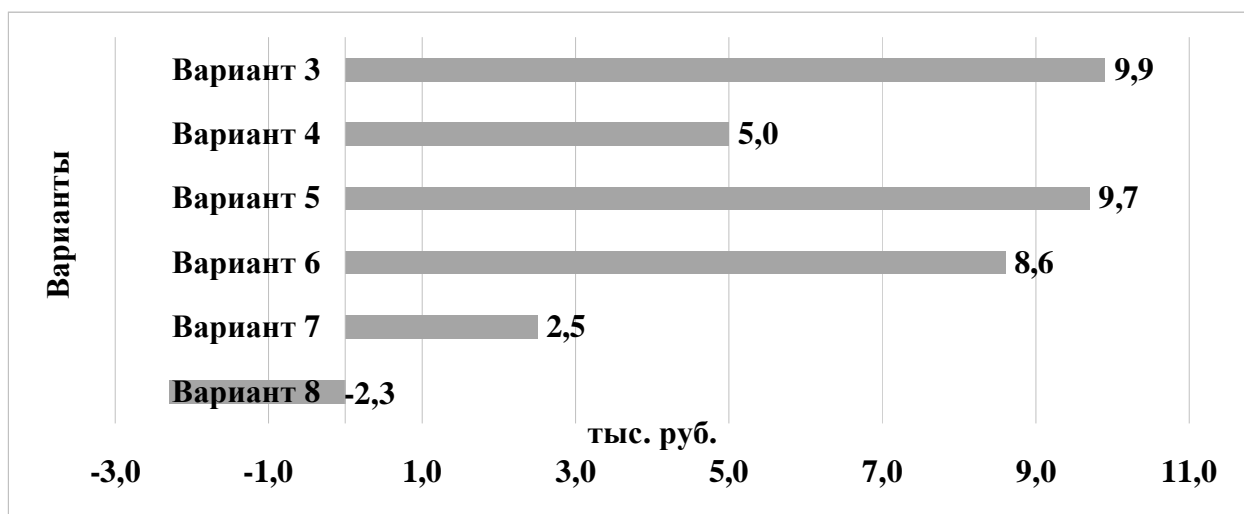


Рис. 6. Увеличение прибыли с 1 га от применения магниевых удобрений относительно минерального фона (в среднем за 2 года)

Несмотря на сравнительно неблагоприятные агроклиматические условия в производственном опыте, на минеральном фоне было получено 17,7 ц/га семян сои. Прибавки от применения магниевых удобрений, относительно стандартной схемы питания в хозяйстве, составили 23 и 25% соответственно по вариантам с осенним внесением гранул удобрения АгроМаг (вар. 2) и совместного применения гранул с последующей одно-

кратной обработкой суспензией АгроМаг АктиМакс по листу (вар.3). Очевидно, что в данном опыте наибольшее положительное влияние на рост урожайности оказало осеннее внесение гранул удобрения АгроМаг в почву. Одной листовой подкормки суспензией АгроМаг АктиМакс в фазе бутонизации было, вероятно, недостаточно для достоверного увеличения урожайности. Увеличение прибыли от применения магниевых

удобрений относительно стандартной системы удобрения хозяйства достигало 15,7 – 16,8 тыс. руб/га (табл.6).

6. Урожайность сои сорта Оптима СК и рентабельность применения магниевых удобрений

№ варианта	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая		Рентабельность, тыс. руб/га
		ц/га	%	
1	17,7	-	-	-
2	21,8	4,1	23	15,7
3	22,2	4,5	25	16,8

Выводы. Результаты полевых исследований, проведенных на различных типах почв, показали агрономическую и экономическую эффективность магниевых удобрений линейки АгроМаг, полученных из природного минерала брусита, при применении в различных почвенно-климатических условиях на посевах сои.

Включение магния в систему питания сои повышало урожайность, сохраняло или улучшало качественные характеристики продукции.

В условиях Белгородской области наиболее эффективной оказалась система удобрения, включающая совместное внесение полного минерального удобрения – аммофоски ($N_{60}P_{60}K_{60}$), магниевое удобрения АгроМаг гранулированный (150 кг MgO/га в почву под культивацию) и двух листовых подкормок удобрением АгроМаг АктиМакс (по 3,4 кг MgO/га в каждую подкормку). Такая система питания растений позволила получить наибольшую урожайность сои в двухлетнем опыте – 23,3 ц/га, что больше урожая в фоновом варианте на 19,5%. При этом содержание белка сохранялось на уровне 37%.

В условиях Амурской области наблюдалась иная картина. Урожайность сои в варианте с обычной системой минерального питания ($N_{6-7}P_{26-30}$) составила в среднем 19,8 ц/га. Добавление к системе питания магниевое удобрения АгроМаг гранулированный в дозах 15-30 кг MgO/га способствовало получению прибавки урожая 2,2 – 2,3 ц/га, или 11 – 12%. Наблюдались положительная тенденция к увеличению содержания белка с 38,2 до 39,6%, а также достоверное повышение содержания жира с 18,6 до 19,7%.

Наибольший в опыте положительный эффект получен в варианте с двукратной листовой подкормкой суспензией АгроМаг АктиМакс в дозе 3 л/га. Прибавка урожая относительно минерального фона составила 2,5 ц/га, или 12,6%. При этом отмечено улучшение качества зерна сои: увеличилось содержание растительного жира до 21,3% относительно минерального фона.

Результаты производственного опыта, проведенного в Краснодарском крае, подтвердили эффективность

магниевых удобрений в повышении урожайности сои. Урожай опытного варианта, где совместно с основным минеральным удобрением был внесен в почву АгроМаг гранулированный в дозе 61,4 кг MgO/га, составил 21,8 ц/га, что на 23% больше полученного на одном минеральном фоне.

Анализ экономической эффективности использования удобрений АгроМаг показал, что включение магния в систему удобрения сои в Белгородской, Амурской областях и Краснодарском крае – это высокоэффективный агрохимический прием. Дополнительная прибыль (без учета ТСМ, ФОТ и др.) с 1 га составила: в Белгородской области 3,2 – 8,0 тыс. руб., в Амурской области 2,5 – 9,9, в Краснодарском крае 15,7 – 16,8 тыс. руб.

Литература

1. Кругликов А.Ю., Беседин Н.В. Эффективность различных способов основной обработки почвы и удобрений при возделывании сои // Вестник Курской ГСХА. – 2012. – №2. – С. 60-63.
2. Агафонов, Е.В. Применение удобрений под сою на Дону: научно-практические рекомендации / Е.В. Агафонов, С.А. Гужвин. – пос. Персиановский : Изд-во ДонГАУ, 2010. – 37 с.
3. Спицына С.Ф., Томаровский А.А., Оствальд Г.В., Третьяков М.Е. Эффективность применения микроудобрений под сою//Вестник Алтайского ГАУ. – 2015. – № 8 (130) – С. 43 – 47.
4. Минеев В.Г., Сычев В.Г., Гамзиков Г.П. и др. Агрохимия/ Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА, 2017. – 854 с.
5. Борисов М.А., Павлова Т.И. Влияние удобрений на урожайность сои// Проблемы АПК стран евразийского экономического союза: Мат. Международной научно-практической конференции/ Под ред. Муравьевой М.В. – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2015. – С. 184-186.
6. Аристархов 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. – 35 с.
7. Аканова Н.И., Козлова А.В., Мухина М.Т. Роль магния в системе питания растений // Агрохимический вестник. – 2021. – № 6. – С. 66-72.
8. <https://brucite.plus/catalog/agromag/>
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М. : Альянс, 2011. – 350 с.
10. Аканова Н.И., Солнцев П.И., Бессонов А.Н., Емец М.В., Козлова А.В. Оценка эффективности магниесодержащих удобрений в посевах сои// Инновационные направления научных исследований в земледелии и животноводстве, как основа развития сельскохозяйственного производства: Мат. Всероссийской научно-практической конференции / Под ред. С. И. Тютюнова. – Белгород : КОНСТАНТА, 2021. – С. 11-14.
11. Фокин С. А. Влияние применения некорневых подкормок магниевым удобрением АгроМаг АктиМакс на продуктивность сои //Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: мат. Всероссийской науч.-практ. конф., Дальневосточный ГАУ, 2022. – С. 311–318.
12. Доценко Д.С. Влияние применения магниевых удобрений на продуктивность и качество семян сои// Вестник Дальневосточной аграрной науки: сб. науч. тр. – Дальневосточный ГАУ, 2022. – Вып. 7. – С. 27 – 33.

UDC 631.82:633.34

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF MAGNESIUM FERTILIZERS IN THE CULTIVATION OF SOYBEAN ON VARIOUS TYPES OF SOILS

¹N.I. Akanova, ²A.V. Kozlova, ³S.A.Fokin, ⁴P.I.Solntsev

The results of studies of the effectiveness of the use of new magnesium fertilizers produced on the basis of natural mineral raw materials – brucite, on soybean crops on typical chernozem, meadow chernozem soil and leached chernozem are presented. The optimal doses and methods of application of magnesium fertilizers are revealed, which make it possible to obtain an increase in the yield of soybean grain in various soil and climatic conditions at the level of 1.8 – 4.1 c/ha.

Keywords: magnesium fertilizers, magnesium, brucite, soybean, yield, grain quality, soil fertility.