

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ КУКУРУЗЫ ПРИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН КИСЛОТНО-АКТИВИРОВАННЫМ МОНТМОРИЛЛОНИТОМ

© 2025 г. В. А. Абубикеров<sup>1</sup>, Г. С. Босак<sup>1,\*</sup>, М. С. Халиков<sup>2</sup>, С. С. Халиков<sup>2</sup>,  
А. В. Пастухов<sup>2</sup>, Н. Д. Чкаников<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии  
143050 Московская обл., р.п. Большие Вяземы, ул. Институт, влад. 5, Россия

<sup>2</sup> Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН  
119991 Москва, ул. Вавилова, 28, Россия  
\*E-mail: bosak250@mail.ru

В мелкоделяночных полевых опытах изучено влияние предпосевной обработки семян монтмориллонитом К-10 на урожай зеленой массы кукурузы. Эксперименты 2022 и 2023 гг. показали увеличение урожая зеленой массы, включая початки, до 50%. В полевом сезоне 2023 г. эксперименты проведены с 2-мя сортами кукурузы Феномен и Краснодарский 201 АМВ. В обоих случаях урожайность существенно не различалась. Полученные результаты создают перспективу широкого использования монтмориллонита для предпосевной обработки семян.

**Ключевые слова:** монтмориллонит К-10, кукуруза, предпосевная обработка семян, урожай зеленой массы.

**DOI:** 10.31857/S0002188125020071, **EDN:** VBJGWA

### ВВЕДЕНИЕ

Исследования по созданию антидотов (сейферов) гербицидов, позволяющих преодолевать фитотоксический эффект остатков гербицидов в почве, с добавлением в состав композиций фунгицидов (тебуконазола, ТМТД) и регулятора роста флороксан позволили разработать многокомпонентные проправители с полифункциональными свойствами. Вместе с тем сделан вывод о целесообразности использования наряду с антидотами сорбентов для снижения концентрации гербицидов в почве [1]. В качестве таких сорбентов предложено использовать природные алюмосиликаты, катализирующие разложение гербицидов сульфонилмочевинового ряда, например, кислотно-активированные цеолиты [2–5] и монтмориллониты [6–7]. Действительно, показана высокая эффективность этих алюмосиликатов на культурах ярового рапса и кукурузы для снятия фитотоксического действия остатков метсульфурон-метила в почве. На примере этого гербицида показано, что в водных суспензиях кислотно-активированных алюмосиликатов сульфонилмочевины гидролизуются с достаточно высокой скоростью. Наибольшую эффективность продемонстрировал кислотно-активированный монтмориллонит, который практически полностью гидролизовал метсульфурон-метил за 20 сут [8].

Вместе с тем роль алюмосиликатов не исчерпывалась сорбцией и гидролизом гербицида. Результаты, полученные в лаборатории искусственного климата (ЛИК) ВНИИ фитопатологии, демонстрировали мощную стимуляцию роста и развития растений при внесении в почву невысоких доз (100–200 кг/га) кислотно-активированных алюмосиликатов независимо от присутствия остатков гербицида. В случае монтмориллонита увеличение массы вегетирующих растений рапса и кукурузы составляло 50–100% [6]. Цель работы – изучение возможности повышения урожайности кукурузы при предпосевной обработке семян кислотно-активированным монтмориллонитом.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения эффективности применения кислотно-активированного монтмориллонита (МПТ) при предпосевной обработке семян кукурузы в 2022 и 2023 г. опыты проводили в полевых условиях на делянках площадью 20 м<sup>2</sup>. При этом использовали монтмориллонит К-10 (Aldrich). В качестве урожая учитывали общую зеленую массу кукурузы, а также урожай початков в т/га. Основной экспериментальный вариант включал обработку семян суспензией МПТ в растворе натриевой

соли карбоксиметилцеллюлозы (**Na-КМЦ**), выполнившего функцию прилипателя (адгезива) порошка МРТ к семенам кукурузы. В качестве контроля использовали вариант с обработкой гербицидом без предпосевной обработки семян, а также вариант с предпосевной обработкой семян **Na-КМЦ**. В каждом варианте было 4 повторности.

Технология выращивания кукурузы предполагала уничтожение сорняков на первом этапе развития растений. Для этого проводили фоновое опрыскивание всходов в фазе 2–6 листьев гербицидом Визион, ВДГ, обладающим системным и почвенным действием, что обеспечивало контроль над однолетними и многолетними двудольными сорняками. Этот гербицид содержит в качестве компонента аминокарбазон – инновационный ингибитор фотосинтеза. Другим действующим компонентом Визиона, ВДГ, является мезатрион – ингибитор каратиноидов. Предпосевную обработку семян кукурузы проводили 5%-ной супензией МРТ, приготовленной на основе 1% раствора **Na-КМЦ**.

Обработку семян препаратами проводили на лабораторном протравливателе Hege 11 (07.06.2022 г.). Испытания проводили на опытном поле ВНИИФ в первой таежной почвенно-климатической зоне. Почва – дерново-подзолистая, с содержанием гумуса 2.7%,  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  6.45ед., ЕКО – 11 мг-экв/100 г почвы. Предшественник – подсолнечник. Обработка почвы – зяблевая вспашка (август 2021 г.) на глубину 18–20 см отвальным плугом ПН-4-35, предпосевная культивация культиватором КПН-4 на глубину 5–6 см с одновременным внесением минеральных удобрений (NPK)90. Посев кукурузы осуществляли сеялкой СНУ-16ПМ (10.06.2022 г.). Норма высея семян – 40 кг/га. В 2022 г. эксперименты проводили с семенами кукурузы сорта Феномен.

Период проведения опыта – июнь–сентябрь 2022 г. Погодные условия, сложившиеся в начале лета (теплая погода и обильные дожди в 3-й декаде мая), оказали положительное влияние на всходы кукурузы (посев проводили 10 июня, всходы появились 18 июня 2022 г.) (рис. 1). Учет урожая надземной массы растений кукурузы проводили вручную на 4-х учетных площадках площадью 1.4 м<sup>2</sup>. Статистическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа [9].

В 2023 г. эксперимент был повторен на том же опытном поле (посев проводили 06 июня, всходы появились 15 июня). Климатические условия весеннего периода 2023 г. незначительно отличались от среднемноголетних показателей. Май и июнь по температуре воздуха практически не отличались: май – ниже на 0.9°C, июнь – на 0.1°C (рис. 1).

В эти месяцы выпало осадков: в мае на 17.4 мм меньше нормы, в июне на 4.4 мм больше нормы

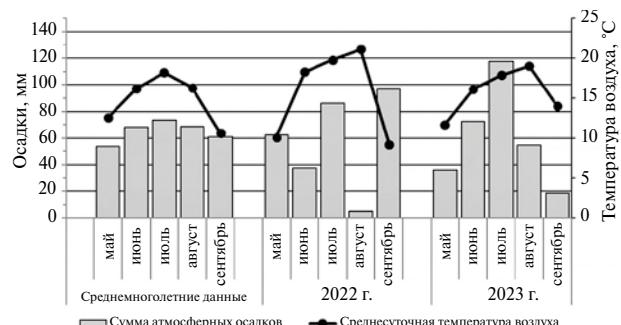


Рис. 1. Метеоусловия 2022 и 2023 г. в сравнении со среднемноголетними показателями в Одинцовском р-не Московской обл.

(в основном в 3-й декаде). Июль по температурным показателям не отличался от среднемноголетней нормы (меньше на 0.3°C), осадков выпало значительно больше – во 2-й декаде на 25 мм, в 3-й – на 26.6 мм. В августе и сентябре температура воздуха была выше среднемноголетней соответственно на 2.7 и 3.4°C. Осадков в августе выпало на 14.0 мм, в сентябре – на 41.8 мм меньше нормы. Однако недостаток влаги не повлиял на активные рост и развитие культуры в данный период вегетации с применением той же агротехники.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Показано, что предпосевная обработка семян препаратом МРТ стабильно увеличивала урожай зеленой массы на 40–50%. При этом увеличение урожая початков было существенно выше в 2023 г. (на 55–58%), чем в 2022 г. (на 21%). Такая прибавка получена на фоне существенно более высокой урожайности кукурузы в 2023 г. Нестабильную и значительно более низкую прибавку урожая давала обработка семян только 1%-ным раствором **Na-КМЦ** (рис. 2).

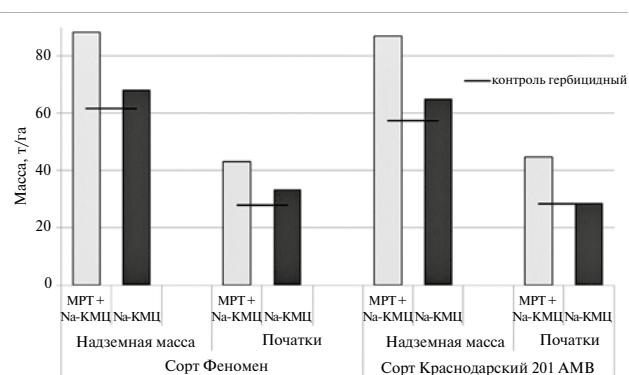


Рис. 2. Действие предпосевной обработки семян супензией МРТ с **Na-КМЦ** в сравнении с прилипателем (**Na-КМЦ**) на массу растений кукурузы (2023 г.).

Таблица 1. Влияние монтмориллонита (МРТ) на растения кукурузы при предпосевной обработке им семян

Вариант	Урожайность кукурузы									
	зеленая масса, т/га				прибавка					
	повторности		среднее	т/га	% к контролю					
	1-я	2-я	3-я	4-я						
Сорт Феномен (учет урожая 14.09.2022 г.)										
Надземная масса										
МРТ (сuspензия с Na-КМЦ)	49.1	59.6	51.6	58.0	54.6	17.4	46.8			
Na-КМЦ (1%-ный раствор)	48.9	41.8	41.9	48.9	45.4	8.2	22.0			
Контроль гербицидный*	42.0	38.1	37.1	31.7	37.2	0.0	0.0			
<i>HCP<sub>01</sub></i>					5.8					
Масса початков										
МРТ (сuspензия с Na-КМЦ)	15.9	18.0	20.1	21.0	18.8	3.3	21.3			
Na-КМЦ (1%-ный раствор)	17.4	13.4	14.0	18.0	15.7	0.2	1.3			
Контроль гербицидный*	20.3	15.7	14.4	11.7	15.5	0.0	0.0			
<i>HCP<sub>01</sub></i>					3.6					
Сорт Феномен (учет урожая 29.09.2023 г.)										
Надземная масса										
МРТ (сuspензия с Na-КМЦ)	88.4	89.0	88.4	86.0	88.0	26.5	43.1			
Na-КМЦ (1%-ный раствор)	68.0	65.0	68.0	70.0	67.8	6.3	10.2			
Контроль гербицидный**	62.0	60.0	63.0	61.0	61.5	—	—			
<i>HCP<sub>01</sub></i>					2.1					
Масса початков										
МРТ (сuspензия с Na-КМЦ)	42.0	43.0	45.0	42.0	43.0	15.2	54.7			
Na-КМЦ (1%-ный раствор)	31.0	33.0	35.0	34.0	33.3	5.5	19.8			
Контроль гербицидный**	28.0	30.0	26.0	27.0	27.8	—	—			
<i>HCP<sub>01</sub></i>					2.1					
Сорт Краснодарский 201 АМВ (учет урожая 29.09.2023 г.)										
Надземная масса										
МРТ (сuspензия с Na-КМЦ)	88.0	82.0	87.0	90.0	86.8	29.5	51.5			
Na-КМЦ (1%-ный раствор)	65.0	62.0	65.0	67.0	64.8	7.5	13.1			
Контроль гербицидный**	57.0	59.0	57.0	56.0	57.3	—	—			
<i>HCP<sub>01</sub></i>					3.1					
Масса початков										
МРТ (сuspензия с Na-КМЦ)	46.0	44.0	43.0	46.0	44.8	16.5	58.3			
Na-КМЦ (1 %-ный раствор)	28.0	27.0	30.0	29.0	28.5	0.2	0.7			
Контроль гербицидный**	28.0	30.0	28.0	27.0	28.3	—	—			
<i>HCP<sub>01</sub></i>					1.8					

\* Обработка посевов гербицидом Визион, ВДГ (0.3 кг/га) 29.06.2022 г.

\*\* Обработка гербицидом Визион, ВДГ (0.3 кг/га) 26.06.2023 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенный эксперимент показал, что предпосевная обработка семян кукурузы кислотно-активированным монтмориллонитом К-10 приводила к существенному увеличению урожая зеленой массы, в том числе початков. Полученные результаты создают перспективу широкого использования монтмориллонита для предпосевной обработки семян кукурузы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Чкаников Н.Д., Спиридов Ю.Я., Халиков С.С., Музаров А.М. Пути снижения фитотоксичности остатков сульфонилмочевин в почве с помощью антидотов // Агрохимия. 2020. № 5. С. 103–113.
- Чкаников Н.Д., Спиридов Ю.Я. Способ детоксикации почв, загрязненных гербицидами. Пат. 2759603, РФ // Б.И. 2021.
- Спиридов Ю.Я., Чкаников Н.Д., Пастухов А.В., Ильин М.М. Влияние цеолитов на развитие ярового рапса в присутствии остатков метсульфурон-метила // Агрохимия. 2021. № 10. С. 81–88.
- Чкаников Н.Д., Спиридов Ю.Я., Пастухов А.В., Ильин М.М. Органоминеральный комплекс для детоксикации почв, загрязненных гербицидами. Пат. 2787140, РФ // Б.И. 2022.
- Спиридов Ю.Я., Чкаников Н.Д., Пастухов А.В., Абубикеров В.А., Ильин М.М., Спиридовна И.Ю. Защита ярового рапса от фитотоксического действия остатков метсульфурон-метила с помощью цеолитов // Агрохимия. 2022. № 4. С. 40–45.
- Чкаников Н.Д., Пастухов А.В., Абубикеров В.А., Босак Г.С., Глинушкин А.П. Монтмориллонит как эффективный стимулятор развития растений в почве, загрязненной метсульфурон-метилом // Агрохимия. 2023. № 5. С. 41–44.
- Чкаников Н.Д., Пастухов А.В., Абубикеров В.А., Глинушкин А.П. Применение монтмориллонита для детоксикации почв, загрязненных гербицидами. Пат. 2794171, РФ // Б.И. 2023.
- Pastukhov A.V., Ilyin M.M., Chkanikov N.D. Acid activated natural zeolite and montmorillonite as adsorbents decomposing metsulfuron-methyl herbicide // Inorg. Chem. Commun. 2023. V. 158. Part 2.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 350 с.

## Increasing Corn Productivity during Pre-Sowing Seed Treatment with Acid-Activated Montmorillonite

V. A. Abubikеров<sup>a</sup>, G. S. Bosak<sup>a, #</sup>, M. S. Khalikov<sup>b</sup>, S. S. Khalikov<sup>b</sup>, A. V. Pastukhov<sup>b</sup>,  
N. D. Chkanikov<sup>b</sup>

<sup>a</sup>All-Russian Research Institute of Phytopathology,  
ul. Institute, vlad. 5, Moscow region, Odintsovo district, r.p. Bolshye Vyazemy 143050, Russia

<sup>b</sup>A.N. Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds of the RAS,  
ul. Vavilova 18, Moscow 119991, Russia  
#E-mail: bosak250@mail.ru

In small-scale field experiments, the effect of pre-sowing seed treatment with montmorillonite K-10 on the yield of green corn mass was studied. Experiments in 2022 and 2023 showed an increase in the yield of green mass, including cobs, up to 50%. In the 2023 field season, experiments were conducted with 2 varieties of corn Phenomenon and Krasnodar 201 AMV. In both cases, the yields did not differ significantly. The results obtained create the prospect of widespread use of montmorillonite for pre-sowing seed treatment.

**Keywords:** montmorillonite K-10, corn, pre-sowing seed treatment, harvest of green mass.