

**ВЛИЯНИЕ СЕРНОГО БЕНТОНИТА НА РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА****С. Р. Сулейманов, Ф. Н. Сафиоллин, Р. Р. Сулейманов, И. Д. Тахавиев**

**Реферат.** Исследования проводили с целью изучения эффективности применения различных новых серосодержащих удобрений на посевах подсолнечника в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан. Полевые опыты проводились в 2023 году на базе ООО «Агробiotехнопарк» (с. Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан), лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ. По результатам исследований было установлено, что внесение 150 кг/га серного бентонита по изучаемым гибридам обеспечивает мощность роста семядольных листочков на 26,3 и 29,4% соответственно по сравнению с контрольным вариантом опыта. При внесении серного бентонита в дозе 150 кг/га высота растений у изучаемых гибридов Антемис и Террамис увеличивается по сравнению с контрольным вариантом на 4 и 7 см (+3 и 5,6%) а также увеличивается сохранность растений на 1,4 и 0,7% соответственно. Но максимальные показатели по высоте и сохранности растений были получены на варианте внесения сульфата аммония 100 кг/га, что объясняется большей потребностью подсолнечника азота чем сере. Масса продуктивных семян с одной корзинки в зависимости от изучаемых гибридов и вносимых удобрений варьировала от 69 г на контроле до 98 г на последнем варианте опыта, что на 43% выше по сравнению с вариантом без внесения серного бентонита.

**Ключевые слова:** подсолнечник, сульфат аммония, серный бентонит, биологическая урожайность, полевая всхожесть, высота и сохранность растений.

**Для цитирования:** Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н., Сулейманов Р.Р., Тахавиев И.Д. Влияние серного бентонита на рост и продуктивность подсолнечника // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. 2024. №1 (9). С.

**Введение.** При производстве подсолнечника одним из наиболее важных вопросов является оптимизация минерального питания. В условиях Республики Татарстан, одним из важнейших лимитирующих урожайность факторов является дефицит элементов питания, в том числе и серы, в почве [1, 2, 3].

Именно поэтому разработка приемов, позволяющих обеспечить потребности растений в макро- и микроэлементах, имеет важное научное и производственное значение. При этом, значительную роль в решении данной задачи могут сыграть и природные минералы [4, 5, 6].

Применение удобрений, содержащих серу и природные материалы позволяет значительно расширить возможности регулирования продукционных процессов в посевах подсолнечника и обеспечить получения стабильных урожаев с хорошими качественными характеристиками. При внесении в почву серосодержащих удобрений растет не только урожайность, но и улучшаются качественные характеристики продукции [7, 8, 9].

Сера улучшает использование растениями азота и фосфора, участвует в образовании хлорофилла, в азотном и углеводном обмене веществ, в процессах дыхания и синтезе жиров, повышает устойчивость к засухе и болезням. Она усиливает рост и развитие растений, стимулирует образование клубеньковых бактерий на корнях у бобовых культур. Дефицит же серы на 40 процентов снижает не только фотосинтез, но и урожайность [10].

Цель исследований – повышение продуктивности подсолнечника на основе разработки технологии применения серного бентонита

в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан.

**Условия, материалы и методы.** Полевые опыты проводились на типичных серых лесных почвах со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по Тюрину 3,0%, подвижного фосфора очень высокое (250 мг/кг) и обменного калия повышенное (145 мг/кг по Кирсанову). Содержание серы в почвах опытного участка низкое (6 мг/кг почвы). Реакция почвенной среды была близка к нейтральной ( $pH_{\text{сол.}}$  6,6).

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2023 году отличались от среднесезонных данных. Температура воздуха в мае, июле и августе была выше среднесезонных данных.

В мае выпало 46,79 мм осадков, что выше среднесезонных на 23%, но в июне выпало всего лишь 6 мм, что составляет 10% от нормы, а в июле и августе лишь 53 и 37% соответственно от нормы (табл. 1).

Агроклиматические параметры вегетационного периода 2023 года отличались периодически засушливыми явлениями, что отразилось на формировании урожая.

Схема опыта:

1. Контроль (N24 P24 K24);
2. NPK + Сульфат аммония, 100 кг/га под предпосевную культивацию (контроль для серных удобрений);
3. NPK + Серный бентонит, 50 кг/га под предпосевную культивацию;
4. NPK + Серный бентонит, 100 кг/га под предпосевную культивацию;
5. NPK + Серный бентонит, 150 кг/га под предпосевную культивацию.

## АГРОНОМИЯ

Таблица 1 – Метеоданные за вегетационный период 2023 года

| Месяцы       | Температура, °С |       |                     | Осадки |       |       |
|--------------|-----------------|-------|---------------------|--------|-------|-------|
|              | факт.           | норма | отклонение от нормы | факт.  | норма | %     |
| Май          | 11,63           |       |                     | 33,27  |       |       |
|              | 15,79           |       |                     | 0      |       |       |
|              | 20,65           |       |                     | 13,52  |       |       |
|              | +16,02          | +14,0 | +2,02               | 46,79  | 38    | 123,1 |
| Июнь         | 16,05           |       |                     | 5,22   |       |       |
|              | 15,55           |       |                     | 0,29   |       |       |
|              | 17,23           |       |                     | 0,57   |       |       |
|              | +16,28          | +18,3 | -2,02               | 6,08   | 57    | 10,7  |
| Июль         | 23,88           |       |                     | 0,29   |       |       |
|              | 18,91           |       |                     | 8,12   |       |       |
|              | 21,65           |       |                     | 24,66  |       |       |
|              | +21,48          | +20,5 | +0,98               | 33,07  | 62    | 53,3  |
| Август       | 23,35           |       |                     | 0      |       |       |
|              | 22,72           |       |                     | 8,4    |       |       |
|              | 14,37           |       |                     | 12,04  |       |       |
|              | +20,15          | +18,0 | +2,15               | 20,44  | 55    | 37,2  |
| Сентябрь     | 15,40           |       |                     | 0,84   |       |       |
|              | 13,82           |       |                     | 0      |       |       |
|              | 15,58           |       |                     | 0      |       |       |
|              | +14,93          | +12,3 | +2,63               | 0,84   | 50    | 1,68  |
| За вегетацию | 17,77           | 16,62 | +1,15               | 107,22 | 262   | 40,9  |

Объектом исследований были гибриды подсолнечника Антемис и Террасми.

Серный бентонит вносили после предпосевной культивации сеялкой на глубину 8-10 см. Удобрение бентонит содержит 90% элементарной серы.

Площадь опытных деленок – 50 м<sup>2</sup>, учетных площадь – 25 м<sup>2</sup>. Повторность вариантов в опыте – трехкратная.

**Результаты и обсуждение.** Минеральные

удобрения и серосодержащий бентонит существенного влияния на посевную всхожесть не оказали, поскольку между пятью вариантами опыта она была математически не доказуемой.

Тем не менее, мощность роста всходов существенно отличалась в пользу внесения серосодержащих удобрений (сульфат аммония 100 кг/га и серный бентонит 150 кг/га) (табл. 2 и 3).

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений и серного бентонита на полевую всхожесть подсолнечника и мощность роста всходов (гибрид Антемис)

| Вариант                             | Количество всходов, шт./м <sup>2</sup> | Полевая всхожесть, % | Мощность роста всходов, г/растение |
|-------------------------------------|--|----------------------|------------------------------------|
| Контроль (Фон NPK)                  | 4,60                                   | 83,6                 | 0,19                               |
| Фон NPK+ Сульфат аммония, 100 кг/га | 4,66                                   | 84,7                 | 0,25                               |
| Фон NPK+ Серный бентонит, 50 кг/га  | 4,63                                   | 84,1                 | 0,21                               |
| Фон NPK+ Серный бентонит, 100 кг/га | 4,70                                   | 85,4                 | 0,23                               |
| Фон NPK+ Серный бентонит, 150 кг/га | 4,72                                   | 85,8                 | 0,24                               |
| НСР <sub>05</sub>                   | 0,08                                   |                      |                                    |

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений и серного бентонита на полевую всхожесть подсолнечника и мощность роста всходов (гибрид Террамис)

| Вариант                             | Количество всходов, шт./м <sup>2</sup> | Полевая всхожесть, % | Мощность роста всходов, г/растение |
|-------------------------------------|--|----------------------|------------------------------------|
| Контроль (Фон NPK)                  | 4,58                                   | 83,2                 | 0,17                               |
| Фон NPK+ Сульфат аммония, 100 кг/га | 4,61                                   | 83,8                 | 0,23                               |
| Фон NPK+ Серный бентонит, 50 кг/га  | 4,64                                   | 84,3                 | 0,20                               |
| Фон NPK+ Серный бентонит, 100 кг/га | 4,69                                   | 85,2                 | 0,22                               |
| Фон NPK+ Серный бентонит, 150 кг/га | 4,70                                   | 85,4                 | 0,22                               |
| НСР <sub>05</sub>                   | 0,09                                   |                      |                                    |

Так, на контрольном варианте опыта с внесением азофоски (150 кг/га) из 55 тыс. шт./га высеянных всхожих семян полноценные всхо-

ды дали 46 и 45 тыс. шт. (полевая всхожесть 83,6 и 83,2 % соответственно по гибридам). На последнем варианте опыта с дополнительным

внесением серного бентонита с нормой расхода 150 кг/га по изучаемым гибридам количество всходов увеличивается до 47 тыс. шт./га. Полевая всхожесть была увеличена на 2,2% по сравнению с контрольным вариантом опыта.

Наиважнейшим показателем формирования высокопродуктивных подсолнечниковых агроценозов является мощность роста семядольных листочков, поскольку переход растений на автотрофное питание зависит именно от этого показателя [11, 12].

Результаты анализа определения сухой массы семядольных листочков показывают существующую зависимость между двумя факторами роста и развития растений: чем выше полевая всхожесть, тем быстрее ускоряются фазы их развития. Например, внесение 150 кг/га серного бентонита по изучаемым гибридам обеспечивает мощность роста семядольных листочков на 26,3 и 29,4% соответственно по сравнению с контрольным вариантом опыта. При этом, четко прослеживается такая закономерность как: чем выше норма внесения серного бентонита, тем быстрее

происходит переход растений на автотрофное питание, которое является основным условием формирования высокопродуктивных агроценозов изучаемой культуры.

Но в тоже время стоит отметить, что вариант с внесением азотосодержащего удобрения (сульфат аммония 100 кг/га) по мощности роста незначительно превосходил варианты с внесением серного бентонита.

Подсолнечниковое растительное сообщество, называемое агроценозом, обладает очень высокой способностью саморегулирования, так как к концу вегетационного периода к уборке урожая разница по плотности стеблестоя нивелируется на уровне 43-44 тыс. шт./га. Другими словами, из 45-47 тыс. шт./га полученных всходов до уборки доходит 43-44 тыс. шт./га.

Столь значительный выпад растений подсолнечника объясняется не только снижением полевой всхожести из-за низкой влагообеспеченности, но и уничтожением части растений в процессе ухода за посевами [13, 14, 15] (боронование и междурядная обработка) (табл. 4 и 5).

Таблица 4 – Высота и сохранность растений к уборке (гибрид Антемис)

| Вариант                             | Плотность стеблестоя перед уборкой, тыс. шт./га | Сохранность растений, % к всходам | Высота растений, см |
|-------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------|
| Контроль (Фон NPK)                  | 42,10   | 91,5                              | 135                 |
| Фон NPK+ Сульфат аммония, 100 кг/га | 43,40   | 93,1                              | 141                 |
| Фон NPK+ Серный бентонит, 50 кг/га  | 42,90   | 92,6                              | 138                 |
| Фон NPK+ Серный бентонит, 100 кг/га | 43,60   | 92,7                              | 138                 |
| Фон NPK+ Серный бентонит, 150 кг/га | 43,87   | 92,9                              | 139                 |
| НСР <sub>05</sub>                   | 0,98  |                                   | 2,7                 |

Таблица 5 – Высота и сохранность растений к уборке (гибрид Террамис)

| Вариант                             | Плотность стеблестоя перед уборкой, тыс. шт./га | Сохранность растений, % к всходам | Высота растений, см |
|-------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------|
| Контроль (Фон NPK)                  | 42,40   | 92,5                              | 125                 |
| Фон NPK+ Сульфат аммония, 100 кг/га | 43,60   | 94,5                              | 135                 |
| Фон NPK+ Серный бентонит, 50 кг/га  | 43,50   | 93,7                              | 128                 |
| Фон NPK+ Серный бентонит, 100 кг/га | 43,90   | 93,6                              | 130                 |
| Фон NPK+ Серный бентонит, 150 кг/га | 43,85   | 93,2                              | 132                 |
| НСР <sub>05</sub>                   | 0,96  |                                   | 2,4                 |

Как видно из таблиц 4 и 5 серосодержащие удобрения - сульфат аммония и серный бентонит оказали положительное влияние на сохранность растений и на развитие вегетативной массы подсолнечника (высота растений).

Так, при внесении серного бентонита в дозе 150 кг/га высота растений у изучаемых гибридов Антемис и Террамис увеличивается по сравнению с контрольным вариантом на 4 и 7 см (+3 и 5,6%) а также увеличивается сохранность растений на 1,4 и 0,7% соответственно. Но максимальные показатели по высоте и сохранности растений были получены на варианте внесения сульфата аммония 100 кг/га, что объясняется большей потребностью подсолнечника азота чем сере.

Изучение структуры урожая подсолнечника имеет огромное практическое значение,

поскольку продуктивность этой культуры зависит от параметров корзинки (общего ее диаметра, продуктивной ее площади), количества и массы продуктивных семян в каждой корзинке и массы 1000 семян (табл. 6 и 7).

Среди всех анализируемых элементов структуры урожая подсолнечника, наиболее важным, является масса продуктивных семян с одной корзинки, диапазон колебания которых по гибридам и вносимым удобрениям составляет от 69 г на контроле до 98 г на последнем варианте опыта, что на 43% выше по сравнению с вариантом без внесения серного бентонита.

Столь высокая разница в продуктивности корзинок является лучшим доказательством практической значимости применения серного бентонита.

Таблица 6 - Влияние различных доз серного бентонита на структуру урожая гибридного подсолнечника Антемис

| Вариант                             | Диаметр корзинок, см | Масса семян, г/корзинка | Масса 1000 семян, г | Биологическая урожайность, т/га | Влажность семян, % |
|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------|
| Контроль (Фон НРК)                  | 19,9                 | 69                      | 64,3                | 2,90                            | 13,5               |
| Фон НРК+ Сульфат аммония, 100 кг/га | 20,4                 | 89                      | 68,7                | 3,86                            | 14,6               |
| Фон НРК+ Серный бентонит, 50 кг/га  | 20                   | 80                      | 64,1                | 3,43                            | 13,8               |
| Фон НРК+ Серный бентонит, 100 кг/га | 21,3                 | 92                      | 67,3                | 4,01                            | 14,8               |
| Фон НРК+ Серный бентонит, 150 кг/га | 21,4                 | 98                      | 71,5                | 4,30                            | 15,7               |
| НСР <sub>05</sub>                   | 0,23                 | 3,21                    | 1,18                | 0,25                            |                    |

Таблица 7 - Влияние различных доз серного бентонита на структуру урожая гибридного подсолнечника Террамис

| Вариант                             | Диаметр корзинок, см | Масса семян, г/корзинка | Масса 1000 семян, г | Биологическая урожайность, т/га | Влажность семян, % |
|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------|
| Контроль (Фон НРК)                  | 19,4                 | 64                      | 63,5                | 2,71                            | 12,8               |
| Фон НРК+ Сульфат аммония, 100 кг/га | 20                   | 87                      | 67,6                | 3,79                            | 14,0               |
| Фон НРК+ Серный бентонит, 50 кг/га  | 19,7                 | 74                      | 64,5                | 3,22                            | 13,5               |
| Фон НРК+ Серный бентонит, 100 кг/га | 19,9                 | 88                      | 69,8                | 3,86                            | 14,5               |
| Фон НРК+ Серный бентонит, 150 кг/га | 21,0                 | 92                      | 65,9                | 4,03                            | 15,0               |
| НСР <sub>05</sub>                   | 0,22                 | 2,65                    | 1,14                | 0,22                            |                    |

Как видно из таблицы 6 и 7, по мере увеличения дозы внесения серного бентонита от 50 до 150 кг/га наблюдается тенденция увеличения диаметра корзинок и массы семян с одной корзинки.

Но в то же время стоит отметить, что у гибрида Террамис, в связи с его биологическими особенностями, по мере увеличения этих параметров наблюдается тенденция снижения массы 1000 семян.

**Выводы.** По результатам исследований

было установлено, что подсолнечник обладает высокой реакцией на внесение серосодержащих удобрений. Так как по мере повышения норм внесения серного бентонита от 50 до 150 кг/га биологическая урожайность масличного сырья у гибрида Антемис увеличивается от 3,43 до 4,3 т/га, а у гибрида Террамис от 3,22 до 4,03 т/га. Более отзывчивым на внесение серосодержащих удобрений в полевых опытах оказался гибрид подсолнечника Антемис.

#### Литература

- Сулейманов С. Р., Низамов Р. М. Хозяйственный вынос, коэффициенты использования элементов питания подсолнечником в зависимости от применения биопрепаратов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 2(36). С. 151–155. <https://doi.org/10.12737/12558>.
- Актуальность разработки экологически безопасных технологий возделывания сельскохозяйственных культур / А. М. Сабирзянов, С. В. Сочнева, Н. А. Логинов и др. // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 26–29.
- Горянин О. И., Джангабаев Б. Ж., Щербинина Е. В. Технологии возделывания подсолнечника в засушливых условиях Поволжья // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 2. С. 55–60. [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2022\\_36\\_2\\_55](https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_2_55).
- Биологическая защита растений от стрессов / Л. З. Каримова, В. А. Колесар, Р. И. Сафин и др. Казань: Казанский ГАУ, 2020. 128 с.
- Прогнозирование влияния физических факторов на жизнеспособность микроорганизмов биопрепаратов для защиты растений / Р. Ф. Сабиров, А. Р. Валиев, Р. И. Сафин и др. // Техника и оборудование для села. 2020. № 4(274). С. 29–33. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2020-4-29-32>.
- Перспективы расширения посевных площадей подсолнечника в Зауралье / Н. В. Степных, Е. В. Нестерова, А. М. Заргарян и др. // Земледелие. 2021. № 6. С. 27–33. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-6-27-33>.
- Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г. Н. Агиева, Л. С. Нижегородцева, Р. Ж. К. Диабанкана и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. №4(60). С. 5–9. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-9>.
- Подварко А. Т., Есипенко Л. П., Кустадинчев А. Д. Эффективность биорациональных средств защиты посевов подсолнечника от болезней в условиях Краснодарского края // Земледелие. 2021. № 6. С. 41–44. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-6-41-44>.
- Протравливание семян биологически активными композициями как основной элемент защиты подсолнечника от болезней и почвообитающих вредителей / В. М. Лукомец, В. Т. Пивень, С. А. Семеренко и др. // Защита и карантин растений. 2020. №2. С. 18–23. [https://doi.org/10.47528/1026-8634\\_2020\\_2\\_18](https://doi.org/10.47528/1026-8634_2020_2_18).
- Кузыченко Ю. А., Гаджиумаров Р. Г., Джандаров А. Н. Модернизация элементов технологии strip-till

под подсолнечник в зоне Центрального Предкавказья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. №1(61). С. 34–38. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-34-38>.

11. Миннуллин Г. С. Макро- и микроэлементное питание масличных культур. Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2008. 378 с.

12. Низамов Р. М., Сулейманов С. Р., Сафиоллин Ф. Н. Подсолнечник в лесостепи Среднего Поволжья: монография. Казань: Казанский ГАУ, 2019. 242 с.

13. Низамов Р. М., Сулейманов С. Р., Сафиоллин Ф. Н. Современные биопрепараты и стимуляторы роста в технологии возделывания подсолнечника на маслосемена // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. №1(48). С. 38–40. [https://doi.org/10.12737/article\\_5afbffd02a32e1.51364510](https://doi.org/10.12737/article_5afbffd02a32e1.51364510).

14. Prospects of agricultural business in the Republic of Tatarstan / F. N. Mukhametgaliev, L. F. Sitdikova, L. V. Mikhailova, N. M. Asadullin // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”, Kazan: EDP Sciences, 2021. P. 00083. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700083>.

15. Перспективы развития регионального производства маслосемян подсолнечника / Н. Р. Александрова, А. К. Субаева, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1(52). – С. 113-119. [https://doi.org/10.12737/article\\_5ccedf732f21b7.08814536](https://doi.org/10.12737/article_5ccedf732f21b7.08814536).

16. Пигорев И. Я., Кудинов В. А., Бирюков Г. А. Влияние макро и микроудобрений на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 8. С. 80–89.

17. Гилязов М. Ю., Лукманов А. А., Муратов М. Р. Длительное применение удобрений и продуктивность пашни. Казань: Изд-во Казанского университета, 2016. 220 с.

18. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном / А. В. Ващенко, Р. А. Каменев, А. П. Солодовников и др. // Аграрный научный журнал. 2020. № 1. С. 4–8 <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i1pp4-8>.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

#### Сведения об авторах:

Сулейманов Салават Разяпович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: [dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9236-7525>

Сафиоллин Фаик Набиевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: [faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3511-7378>

Сулейманов Рузаль Разяпович – аспирант, e-mail: [ruzal.suleymanov@mail.ru](mailto:ruzal.suleymanov@mail.ru)

Тахавиев Ильшат Даниярович – аспирант, e-mail: [ilshat6006@mail.ru](mailto:ilshat6006@mail.ru)

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

#### THE INFLUENCE OF SULFUR BENTONITE ON THE GROWTH AND PRODUCTIVITY OF SUNFLOWER

S. R. Suleymanov, F. N. Safiollin, R. R. Suleymanov, I. D. Takhaviev

**Abstract.** The research was carried out in order to study the effectiveness of the use of various new sulfur-containing fertilizers on sunflower crops in the soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan. Field experiments were conducted in 2023 on the basis of Agrobiotechnopark LLC (Narmonka village, Laishevsky Municipal District of the Republic of Tatarstan), laboratory analyses were carried out at the Center for Agroecological Research of the Kazan State Agrarian University. According to the research results, it was found that the introduction of 150 kg/ha of sulfur bentonite in the studied hybrids provides the growth capacity of cotyledonous leaflets by 26.3 and 29.4%, respectively, compared with the control version of the experiment. When sulfur bentonite is applied at a dose of 150 kg/ha, the plant height of the studied Anthemis and Terramis hybrids increases by 4 and 7 cm (+3 and 5.6%) compared with the control variant, and plant safety increases by 1.4 and 0.7%, respectively. But the maximum values in terms of height and plant safety were obtained using the ammonium sulfate application option of 100 kg / ha, which is explained by the greater need for sunflower nitrogen than sulfur. The mass of productive seeds from one basket, depending on the hybrids studied and the fertilizers applied, ranged from 69 g in the control to 98 g in the last version of the experiment, which is 43% higher compared with the option without adding sulfur bentonite.

**Keywords:** sunflower, ammonium sulfate, sulfur bentonite, biological yield, field germination, height and safety of plants.

**For citation:** Suleymanov S.R., Safiollin F.N., Suleymanov R.R., Takhaviev I.D. The influence of sulfur bentonite on the growth and productivity of sunflower. *Agrobiotechnologies and digital agriculture*. 2024; 1 (9):

#### References

1. Suleymanov S. R., Nizamov R. M. [Economic removal, coefficients of use of nutrients by sunflower depending on the use of biological preparations]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015; 10. 2(36): 151-155 <http://doi.org/10.12737/12558>.

2. Sabirzyanov A. M., Sochneva S. V., Loginov N. A. [The relevance of the development of environmentally friendly technologies for the agricultural crops cultivation]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2017; 2(50): 26-29. EDN YNUGBP.

3. Goryanin O. I., Dzhangabaev B. Zh., Shcherbinina E. V. [Technologies of sunflower cultivation in arid conditions of the Volga region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2022; 36. 2: 55-60. [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2022\\_36\\_2\\_55](https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_2_55).

4. Karimova L. Z., Kolesar V. A., Safin R. I. *Biologicheskaya zashchita rastenii ot stressov*. [Biological protection of plants from stress]. Kazan: Kazanskii GAU. 2020: 128.

5. Sabirov R. F., Valiev A. R., Safin R. I. [Forecasting the influence of physical factors on the viability of microorganisms of biological products for plant protection]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2020; 4(274): 29-33. <http://doi.org/10.33267/2072-9642-2020-4-29-32>.

6. Stepanykh N. V., Nesterova E. V., Zargaryan A. M. [Prospects for expansion of sunflower acreage in the Trans-Urals]. *Zemledelie*. 2021; 6: 27-33. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-6-27-33>.

7. Agieva G. N., Nizhegorodtseva L. S., Diabankana R. Zh. K. [Techniques for increasing the efficiency of biological preparations in crop production]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020; 15. 4(60): 5-9.

<http://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-9>.

8. Podvarko A. T., Esipenko L. P., Kustadinchev A. D. [The effectiveness of biorational means of protecting sunflower crops from diseases in the conditions of the Krasnodar Territory]. *Zemledelie*. 2021; 6: 41-44 p. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-6-41-44>.

9. Lukomets V. M., Piven V. T., Semerenko S. A. [Seed dressing with biologically active compositions as the main element of sunflower protection against diseases and soil pests]. *Zashchita i karantin rastenii*. 2020; 2: 18-23. [http://doi.org/10.47528/1026-8634\\_2020\\_2\\_18](http://doi.org/10.47528/1026-8634_2020_2_18).

10. Kuzychenko Yu. A., Gadzhumarov R. G., Dzhandarov A. N. [Modernization of elements of strip-till technology for sunflower in the zone of the Central Ciscaucasia]. *Vestnik Kazanskogo GAU*. 2021; 16. 1(61): 34-38. <http://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-34-38>.

11. Minnullin G. S. Makro- i mikroelementnoe pitanie maslichnykh kul'tur. [Macro and micronutrient nutrition of oilseeds]. *Kazan': Izd-vo Kazanskogo gos.un-ta*. 2008: 378.

12. Nizamov R. M., Suleymanov S. R., Safiollin F. N. *Podsolnechnik v lesostepi Srednego Povolzh'ya: monografiya*. [Sunflower in the forest-steppe of the Middle Volga region: monograph]. *Kazan': Kazanskii GAU*. 2019: 24.

13. Nizamov R. M., Suleymanov S. R., Safiollin F. N. [Modern biological products and growth stimulants in sunflower cultivation technology for oilseeds]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018; 13. 1(48): 38-40. [http://doi.org/10.12737/article\\_5afbfd02a32e1.51364510](http://doi.org/10.12737/article_5afbfd02a32e1.51364510).

14. Mukhametgaliev F. N., Sitdikova L. F., Mikhailova L. V. [Prospects of agricultural business in the Republic of Tatarstan]. *International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources"*: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources", *Kazan: EDP Sciences*. 2021: 00083. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700083>.

15. Alexandrova N. R., Subaeva A. K., Valiev A. R. [Prospects for the development of regional production of sunflower oil seeds]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 14. 1(52): 113-119. [http://doi.org/10.12737/article\\_5ccedf732f21b7.08814536](http://doi.org/10.12737/article_5ccedf732f21b7.08814536).

16. Pigorev I. Ya., Kudinov V. A., Biryukov G. A. [Influence of macro and microfertilizers on the phytosanitary state of winter wheat crops]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaistvennoy akademii*. 2021; 8: 80-89.

17. Gilyazov M. Yu., Lukmanov A. A., Muratov M. R. *Dlitel'noe primeneniye udobreniy i produktivnost' pashni*. [Longterm use of fertilizers and arable land productivity]. *Kazan': Izd-vo Kazanskogo universiteta*. 2016; 220.

18. Vashchenko A. V., Kamenev R. A., Solodovnikov A. P. The use of mineral fertilizers and bacterial preparations for sunflower on ordinary chernozem. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*. 2020; 1: 4-8. <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i1pp4-8>.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest. There was no funding for the work.

#### Authors:

Suleymanov Salavat Razyapovich – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department, e-mail: [dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9236-7525>

Safiollin Faik Nabievich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: [faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3511-7378>

Suleymanov Ruzal Razyapovich – postgraduate student, e-mail: [ruzal.suleymanov@mail.ru](mailto:ruzal.suleymanov@mail.ru)

Ilshat Daniyarovich Takhaviev – postgraduate student, e-mail: [ilshat6006@mail.ru](mailto:ilshat6006@mail.ru)  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.