

Степанченко Д.А., Степанченко В.И., Бочкарева Ю.В., Семин Д.С., Лихацкая С.Г.

Оценка посевных качеств семян сортов зернового сорго при применении хелатных микроудобрений

Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»

УДК 631.8.633

## Оценка посевных качеств семян сортов зернового сорго при применении хелатных микроудобрений

*Степанченко Д.А.<sup>1</sup>, Степанченко В.И.<sup>1</sup>, Бочкарева Ю.В.<sup>1</sup>, Семин Д.С.<sup>1</sup>, Лихацкая С.Г.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы*

<sup>2</sup>*Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова*

### Аннотация

*В последнее время в современном сельском хозяйстве все большую популярность приобретает возделывание зернового сорго. Зерновое сорго является ценной сельскохозяйственной культурой, особенность которой - стабильно высокая продуктивность даже при условии аномальной засухи, что особенно актуально при аридном земледелии. Еще одной особенностью зернового сорго является его пригодность для пищевого направления использования. Зерно данной культуры служит ценным сырьём для получения безглютеновой продукции. В настоящее время активно расширяется ареал возделывания зернового сорго, который простирается в странах Африки, Азии, Южной и Северной Америки, в Европе и Австралии. Следует отметить, что зерновое сорго хорошо отзывается на применение агротехнических приемов, в том числе, систем удобрений, как в органической, так и минеральной формах, а также на применение предпосевных, листовых обработок различными гуминовыми, хелатными и росторегулирующими препаратами. Однако, влияние хелатных микроудобрений при предпосевной обработке семян зернового сорго изучено недостаточно широко. Данное обстоятельство и послужило поводом для исследований.*

*В статье отмечено достоверное влияние хелатных препаратов на энергию прорастания и всхожесть семян сортов зернового сорго. Выявлена тенденция к увеличению степени набухания зерна, а также длины первичных корешков и первичных проростков при использовании препаратов в хелатной форме.*

**Ключевые слова:** ЗЕРНОВОЕ СОРГО, СОРТ, ХЕЛАТНЫЕ МИКРОУДОБРЕНИЯ, ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ, НАБУХАНИЕ, ЭНЕРГИЯ ПРОРАСТАНИЯ, ВСХОЖЕСТЬ, ПЕРВИЧНЫЕ КОРЕШКИ, ПРОРОСТКИ

---

### **Введение**

В настоящее время все больший научно-практический интерес в сельском хозяйстве вызывает разработка и внедрение малозатратных агроприемов. Одним из таких направлений является применение хелатных микроудобрений в виде листовых опрыскиваний растений в период вегетации и предпосевных обработок семян [1-6].

В научной литературе встречаются многочисленные данные по использованию хелатных микроудобрений на зерновых, зернобобовых, овощных, плодовых и масличных культурах, в которых достоверно доказано влияние хелатных микроудобрений на различные хозяйственно-ценные признаки [7-10].

Следует отметить, что действие вышеуказанных препаратов на посевные качества семян зернового сорго мало изучено, в связи с этим, целью наших лабораторных исследований являлось: изучение действия хелатных микроудобрений на элементы семенной продуктивности сортов зернового сорго.

### **Материалы и методы**

Объектами исследований являлись 8 новых сортов зернового сорго селекции института (Бакалавр, Ассистент, Магистр, Гарант, РСК Каскад, РСК Локус, Кулон и Принц). Изучалось влияние хелатных удобрений на посевные качества семян [11-12]. Лабораторные исследования проводились в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в период с 2021 по 2023 гг., согласно общепринятым методикам ГОСТ 120038-84 [13].

Проводимые исследования включали следующие варианты обработки семян:

- 1 – дистиллированной водой (контроль);
- 2 – Reasil micro Amino Zn (далее – Реасил Zn);
- 3 – Reasil Forte Carb-Ca/Mg/B Amino (далее – Реасил Ca).

Перед проращиванием семена сорго обрабатывали 0,1-% раствором изучаемых препаратов. Степень набухания семян определяли по формуле:  $A=(M1-M2) \times 100/M2$ , где M1 и M2 – массы набухшего и исходного образцов [14]. Статистическая обработка данных была проведена с помощью двухфакторного анализа методом рандомизированных блоков

программой Agros версии 2.09, где фактор А – сорт, а фактор В – хелатные микроудобрения [15].

### **Результаты исследований**

Семена культурных растений, находящихся в состоянии покоя, в период прорастания проходят три основных этапа – активация метаболизма; подготовка к началу роста и рост органов проростка. Важным этапом в процессе прорастания семян сельскохозяйственных культур растений является набухание. На данном этапе зерно усилено поглощает влагу и тем самым увеличивается в объеме, вследствие чего размягчается оболочка, что в свою очередь дает импульс к пробуждению зародыша и активной жизнедеятельности [16].

В наших исследованиях проанализировано влияние хелатных форм микроудобрений на степень набухания семян, энергию прорастания, лабораторную всхожесть, длину первичных корешков и проростков.

В таблице 1 представлены данные по степени набухания семян сортов зернового сорго. Наблюдения проводились в течение 48-ми часов. В период проведения лабораторного исследования отмечалась следующая тенденция: на всех изучаемых сортах и вариантах опыта активное водопотребление семенами происходило в первые 4 часа, затем набухание замедлялось, а через 24 и 48 часов вновь резко увеличивалось. По завершению опыта было выявлено, что применение хелатных микроудобрений Реасил Zn и Реасил Са на сорте Кулон позволило повысить степень водопоглощения до 98,2–104,5% или на 3,9–10,6% по отношению к контрольному варианту.

Использование Реасил Zn оказалось эффективным на сорте РСК Каскад (102,9%), чем превысило контроль на 24,8%. На остальных сортах обработка семян зернового сорго данным препаратом не оказала существенного влияния. На некоторых сортах отмечалась тенденция к усилению степени набухания, на других сортах она была на уровне с контрольным вариантом. Наиболее эффективным оказалось применение Реасил Са на сорте Принц, когда степень набухания увеличилась до 124,4 %, превысив контроль на 12,8%. Немного меньше степень набухания зафиксирована на сорте Гарант (120,0%) и было выше контрольного варианта на 9,4%. Обработка семян микроудобрением Реасил Са привела к повышению степени набухания до 100,7–101,7% на сортах Бакалавр и РСК Локус, что позволило превзойти контрольный вариант на 7,8-14,0%.

Степанченко Д.А., Степанченко В.И., Бочкарева Ю.В., Семин Д.С., Лихацкая С.Г.

Оценка посевных качеств семян сортов зернового сорго при применении хелатных микроудобрений

*Электронный научно-производственный журнал*

**«АгроЭкоИнфо»**

Таблица 1. Степень набухания семян сортов зернового сорго при применении хелатных микроудобрений в среднем за 2021–2023 гг., %

Сорт	Степень набухания (%)					
	1 час	2 часа	4 часа	6 часов	24 часа	48 часов
Бакалавр контроль	34,3	41,5	48,7	52,7	72,6	88,4
Бакалавр Реасил Zn	34,4	41,3	45,5	50,8	69,5	90,0
Бакалавр Реасил Са	37,6	45,8	51,7	69,9	74,7	100,7
Ассистент контроль	34,4	41,8	49,4	52,8	75,7	105,0
Ассистент Реасил Zn	37,8	44,8	49,6	55,0	73,0	104,9
Ассистент Реасил Са	34,7	43,3	47,7	53,3	74,2	105,9
Магистр контроль	41,5	50,0	56,9	62,2	79,4	108,3
Магистр Реасил Zn	43,4	48,0	53,9	58,5	76,4	108,8
Магистр Реасил Са	49,1	53,5	61,2	64,7	77,8	103,8
Гарант контроль	43,4	50,2	56,9	62,4	76,6	109,7
Гарант Реасил Zn	46,3	51,3	56,9	61,1	78,5	113,2
Гарант Реасил Са	45,2	51,6	57,6	63,5	78,2	120,0
РСК Каскад контроль	41,1	47,8	55,5	58,5	72,7	96,9
РСК Каскад Реасил Zn	52,4	55,9	61,9	65,4	76,9	102,9
РСК Каскад Реасил Са	48,9	54,40	59,1	63,5	72,9	91,4
РСК Локус контроль	38,7	43,3	50,1	53,4	70,8	94,3
РСК Локус Реасил Zn	38,5	41,3	47,4	50,9	67,9	84,7
РСК Локус Реасил Са	39,5	44,9	50,4	57,7	70,4	101,7
Кулон контроль	39,5	45,0	49,9	53,5	66,6	94,5
Кулон Реасил Zn	43,5	50,6	54,2	57,5	72,5	98,2
Кулон Реасил Са	43,2	51,7	55,8	59,4	74,5	104,5
Принц контроль	40,2	47,2	53,7	60,4	78,4	110,3
Принц Реасил Zn	42,9	49,8	55,8	60,4	78,4	109,3
Принц Реасил Са	42,1	49,6	57,9	59,9	77,7	124,4
Среднее по фактору В	41,37a	47,70b	53,67c	58,10d	74,43e	103,00 f

$F_{\text{факт}} = 12,08^*$ ;  $НСР_{05} = 17,10$ ;  $F_{\text{факт. (A)}} = 3,14^*$ ;  $НСР_{05} (A) = 6,98$ ;  $F_{\text{факт. (B)}} = 322,63^*$ ;  $НСР_{05} (B) = 3,49$ ;  $F_{\text{факт. (AB)}} = 0,37$

Также было изучено действие микроудобрений в хелатной форме на энергию прорастания семян (на третьи сутки), лабораторную всхожесть, и при формировании первичных корешков и проростков (на седьмые сутки).

Степанченко Д.А., Степанченко В.И., Бочкарева Ю.В., Семин Д.С., Лихацкая С.Г.

Оценка посевных качеств семян сортов зернового сорго при применении хелатных микроудобрений

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

Анализ данных рис. 1 позволяет сделать вывод о неоднозначном влиянии хелатных микроудобрений на энергию прорастания семян зернового сорго. В среднем по сорту энергия прорастания варьировала от 77,9% до 94,3%, а по препаратам от 81,9% до 88,0 %.

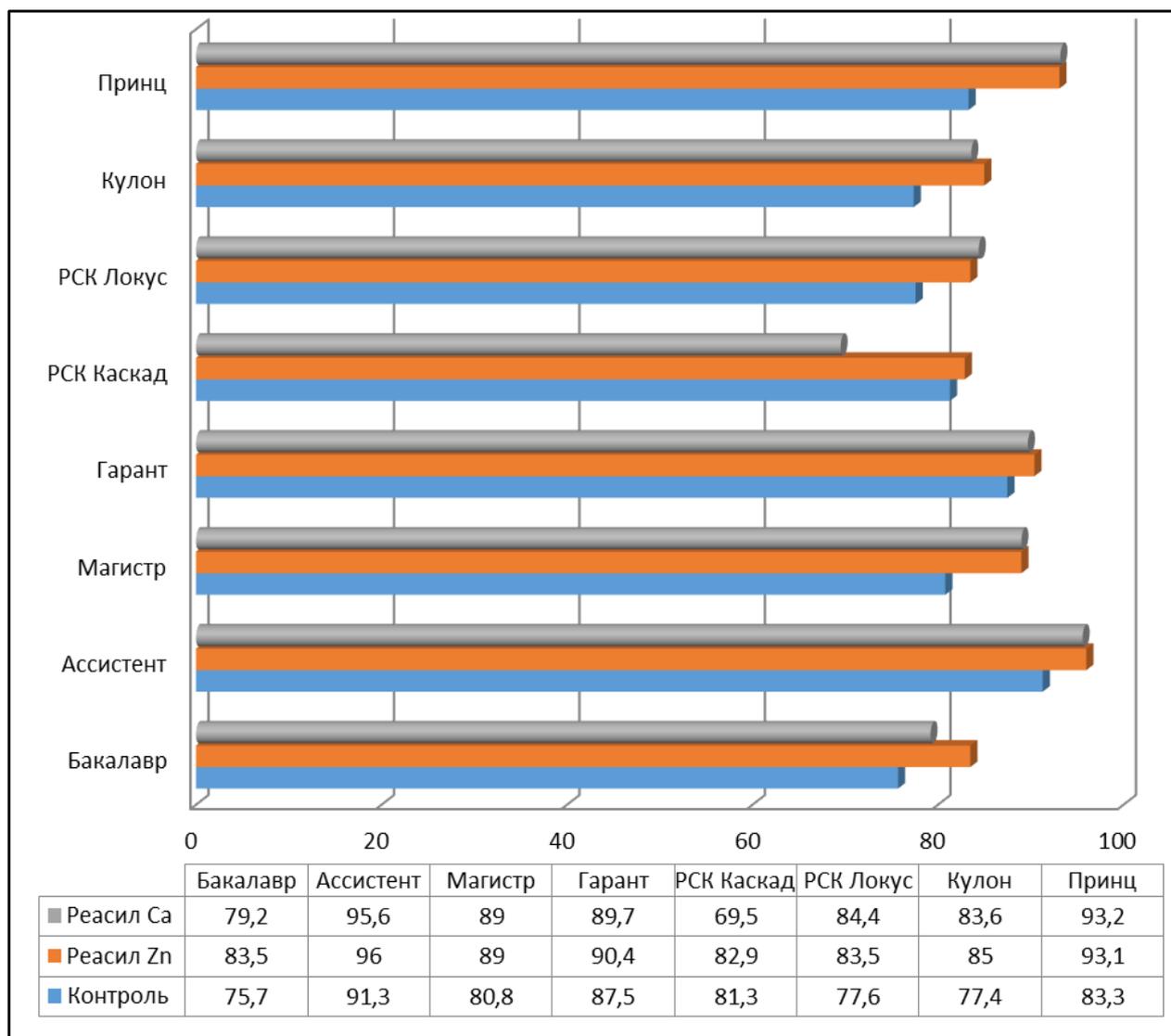


Рис. 1. Влияние хелатных микроудобрений на энергию прорастания семян сортов зернового сорго в среднем за 2021–2023 гг., в %

Примечание:  $F_{\text{факт}} = 2,08^*$ ;  $НСП_{05} = 13,06$ ;  $F_{\text{факт.}}(A) = 4,63^*$ ;  $НСП_{05}(A) = 7,54$ ;  $F_{\text{факт.}}(B) = 3,54^*$ ;  $НСП_{05}(B) = 4,62$ .

Максимальная энергия прорастания семян была зафиксирована на сорте Ассистент, где применяли Реасил Zn. Энергия прорастания составила 96,1%, чем превысила контроль на 4,8%. Наиболее отзывчивыми к применению обоих хелатных удобрений оказались

сорта Принц и Магистр. Энергия прорастания у сорта Принц достигала 93,2% и была выше контрольного варианта до 9,9%. На сорте Магистр изучаемый показатель повышался до 89,0%, чем превысил контрольный вариант на 8,2%. Хорошо отозвались на применяемые хелатные микроудобрения сорта РСК Локус и Кулон. На Кулоне энергия прорастания семян усилилась до 83,6-85,0 % соответственно или на 6,2-7,6% относительно контрольного варианта. У сорта РСК Локус энергия прорастания семян повысилась до 83,5-84,4% или на 5,9-6,8% соответственно. На сорте Бакалавр эффективным оказалось применение в качестве предпосевной обработки семян препарата Реасил Zn. Данный показатель возрос до 83,5% и был выше контроля на 7,7%.

Применение препаратов Реасил Са и Реасил Zn на сорте Ассистент способствовало увеличению энергии прорастания семян относительно контроля на 4,3-4,8% соответственно.

Применение хелатных препаратов в виде предпосевной обработки семян оказало неравнозначное действие на повышение всхожести семян зернового сорго. Анализируемый показатель варьировал в среднем по сортам от 79,2 до 96,4%, а по препаратам от 83,0 до 93,2%. Самая высокая лабораторная всхожесть была достигнута на сортах Ассистент, Принц и Бакалавр. На этих сортах оба препарата проявили себя. Самая высокая лабораторная всхожесть была достигнута на сортах Ассистент, Принц и Бакалавр, при обработке семян удобрениями Реасил Zn и Реасил Са. На Бакалавре всхожесть повысилась до 88,8-90,6% или на 15,8-17,6% относительно контрольного варианта. Принц при применении изучаемых удобрений увеличил всхожесть до 90,5-94,9% или на 15,2-19,5% по сравнению с контролем. Самая высокая всхожесть была отмечена на сорте Ассистент, она достигала до 99,7% на опытных вариантах и превышала контроль на 10,8%. На сортах Гарант и РСК Каскад эффективным оказалось применение препарата Реасил Zn, когда всхожесть повысилась до 95,4-95,7% или на 10,4-10,7% соответственно. Применение препаратов Реасил Zn и Реасил Са оказалось наиболее эффективным на сорте Ассистент (рис. 2).

Использование удобрений в хелатной форме не оказало значимого действия на формирование первичных корешков у зерновок сорго, однако на некоторых сортах отмечается достоверное увеличение этого показателя.

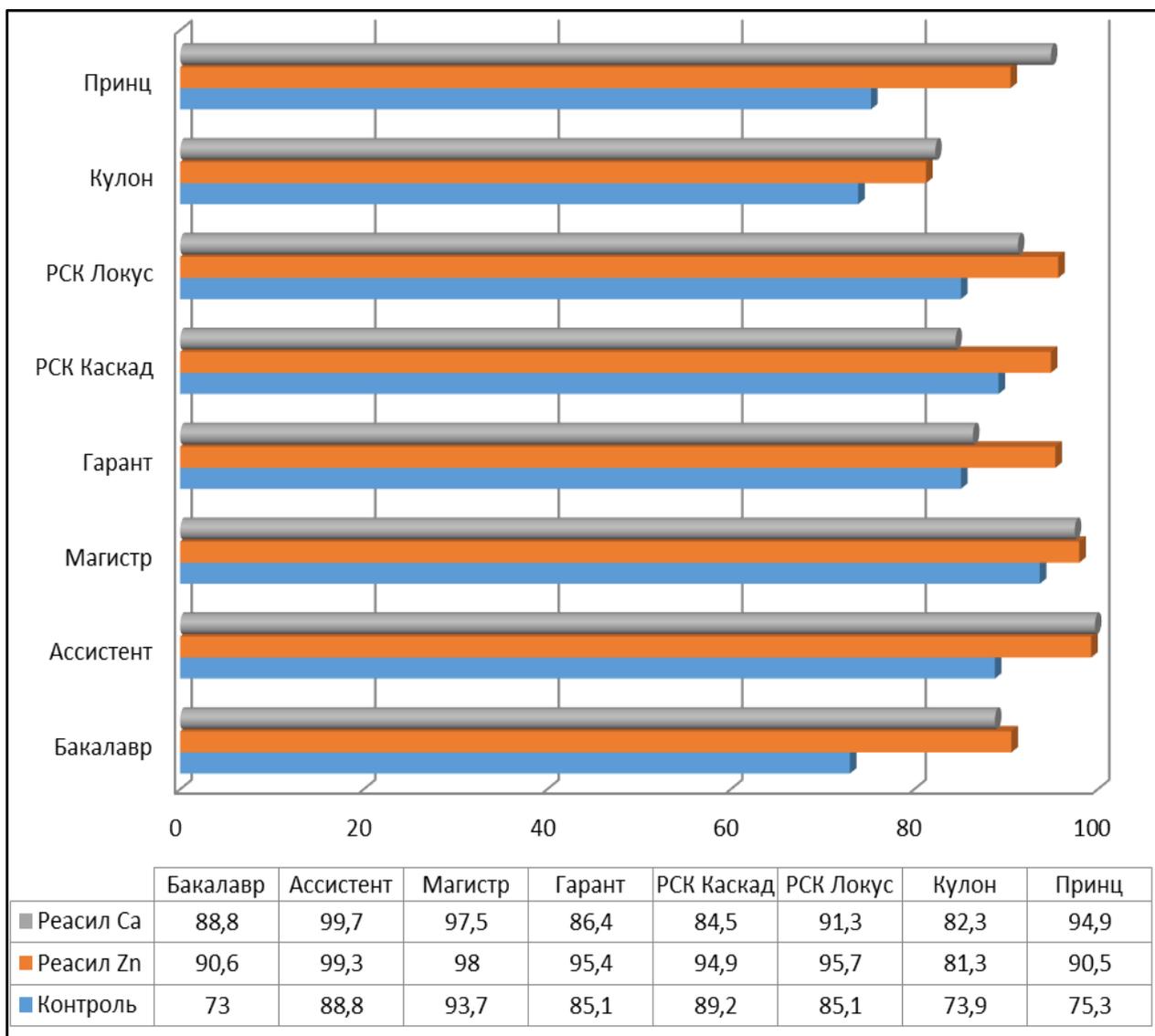


Рис. 2. Влияние хелатных микроудобрений на всхожесть семян сортов зернового сорго в среднем за 2021-2023гг, в %

Примечание:  $F_{\text{факт}} = 2,35^*$ ;  $HCP_{05} = 14,44$ ;  $F_{\text{факт. (A)}} = 3,83^*$ ;  $HCP_{05} (A) = 8,33$ ;  $F_{\text{факт. (B)}} = 8,77^*$ ;  $HCP_{05} (B) = 5,10$ ;  $F_{\text{факт. (AB)}} = 0,69$ .

На сорте Ассистент применение препаратов Реасил Zn и Реасил Са способствовало усиленному формированию первичных корешков. Длина первичных корешков в опыте изменялась от 11,0 до 12,1 см и превышала контрольный вариант на 36,5 и 49,7%. Применение Реасил Са оказалось эффективным на сорте Принц. Длина первичных корешков увеличилась до 8,7 см или на 38,98% (рис. 3).

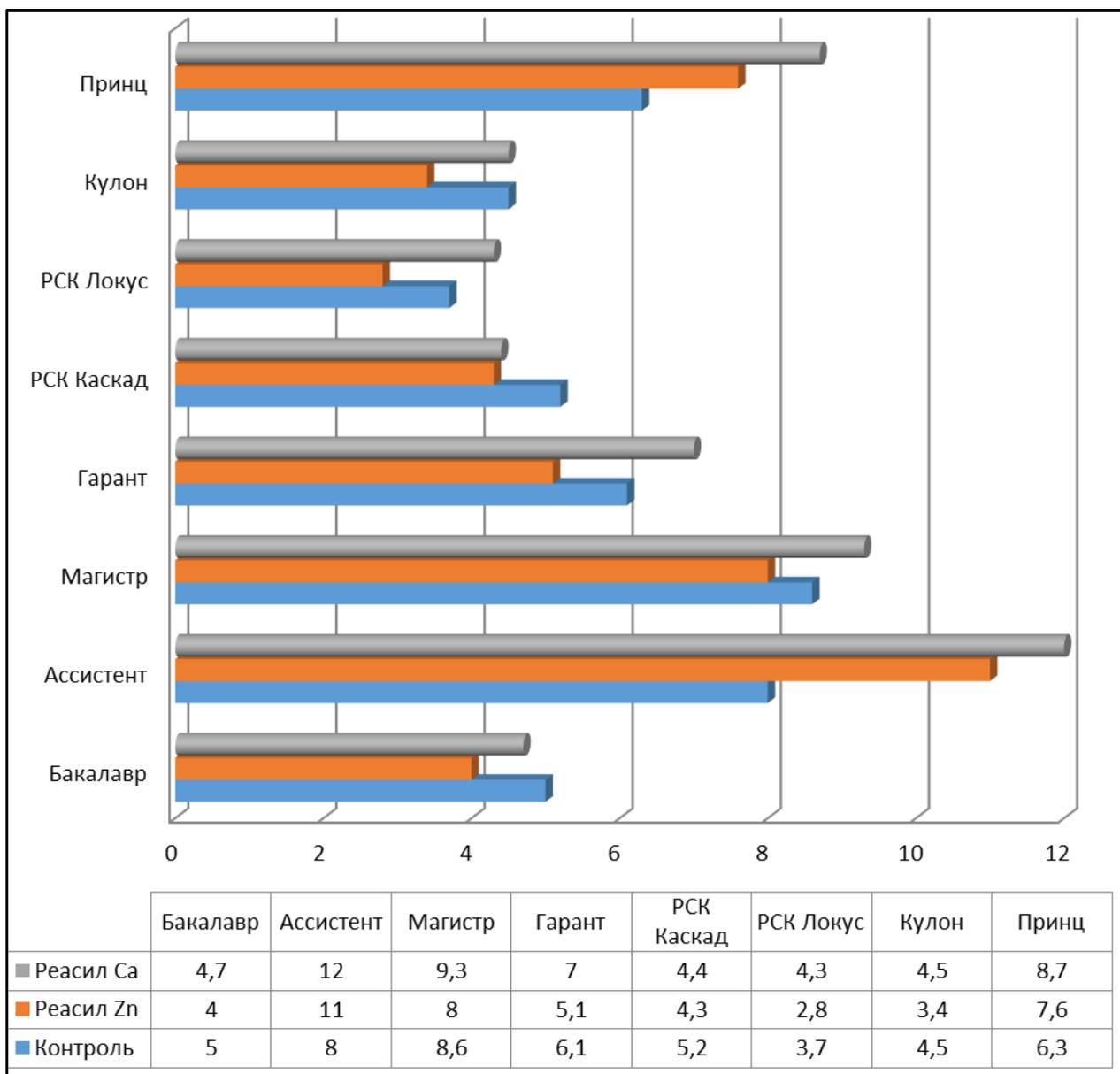


Рис. 3. Влияние хелатных микроудобрений на формирование первичных корешков сортов зернового сорго, среднее за 2021–2023 гг., см

Примечание:  $F_{\text{факт}} = 5,26^*$ ,  $НСП_{05} = 3,09$ ;  $F_{\text{факт.}}(A) = 15,13^*$ ;  $НСП_{05}(A) = 1,77$ ;  $F_{\text{факт.}}(B) = 2,47$ ,  $F_{\text{факт.}}(AB) = 0,72$ .

Предпосевная обработка семян зернового сорго хелатными микроудобрениями не оказала достоверного влияния на формирование первичных проростков. Следует отметить, что по фактору А были отмечены достоверные различия. В среднем по опыту анализируемый показатель изменялся в пределах от 6,2 до 9,8 см (рис. 4).

Степанченко Д.А., Степанченко В.И., Бочкарева Ю.В., Семин Д.С., Лихацкая С.Г.

Оценка посевных качеств семян сортов зернового сорго при применении хелатных микроудобрений

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

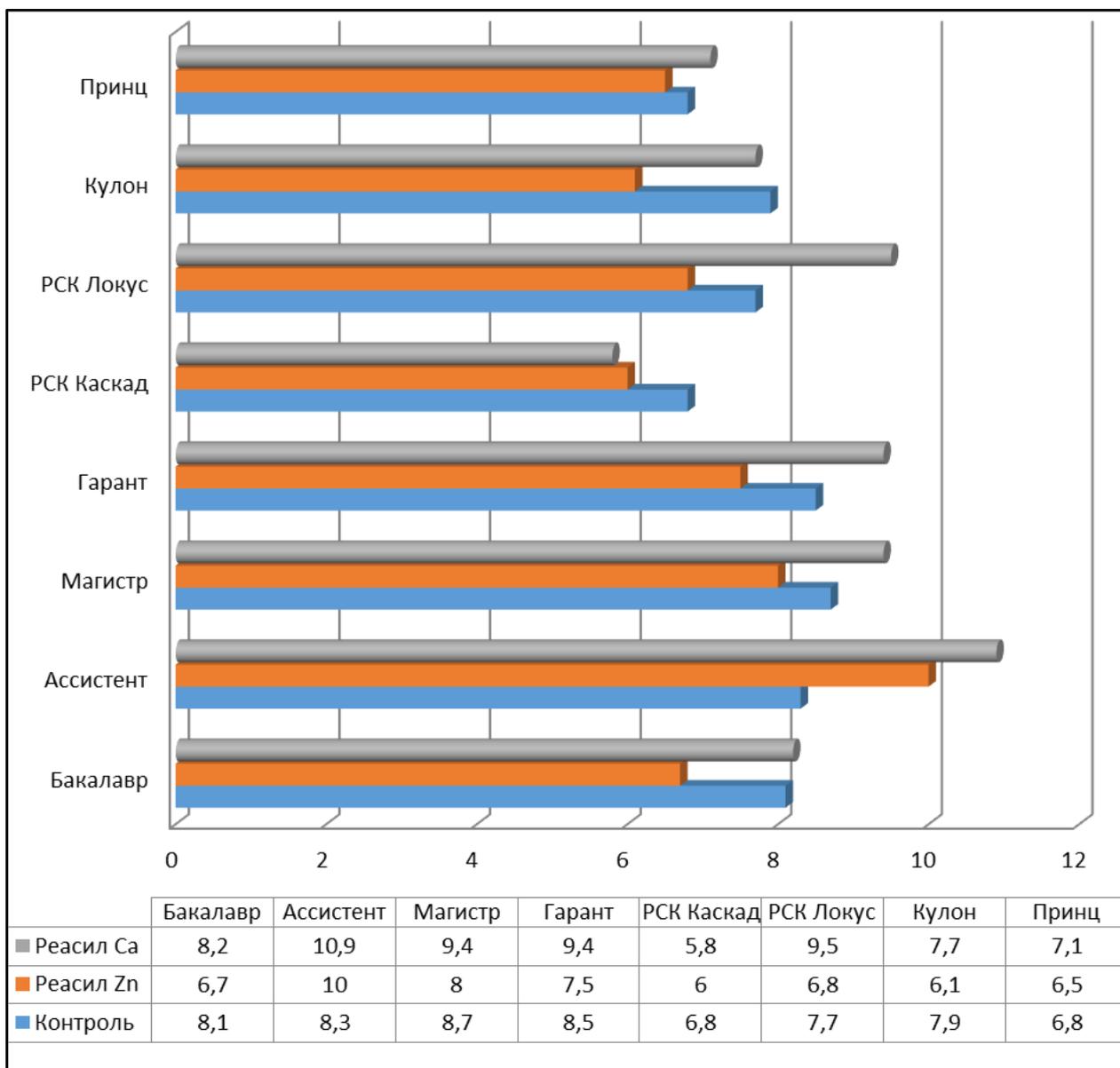


Рис. 4. Влияние хелатных микроудобрений на формирование первичных проростков сортов зернового сорго, среднее за 2021–2023 гг., см

Примечание:  $F_{\text{факт}} = 1,70$ ,  $F_{\text{факт.}(A)} = 3,67^*$ ;  $НСР_{05}(A) = 1,69$ ;  $F_{\text{факт}}(B) = 3,10$ ,  $F_{\text{факт.}(AB)} = 0,51$ .

Применение хелатного микроудобрения Реасил Са на сорте РСК Локус способствовало увеличению длины первичных проростков до 9,5 см или на 23,3 %.

### Заключение

Применение хелатных микроудобрений производства оказало разностороннее влияние на посевные качества семян сортов зернового сорго. Выявлена эффективность

воздействия обоих препаратов на существенное повышение энергии прорастания семян зернового сорго сортов Магистр, РСК Локус, Кулон и Принц в пределах 4,7–8,2%. Установлена эффективность применения обоих хелатных препаратов в обработке семян для повышения их лабораторной всхожести: в среднем по сортам в контрольном варианте показатель составил 83,0%, после обработки семян препаратом с цинком всхожесть семян достоверно выросла до 93,2%, а препарат с кальцием способствовал существенному повышению всхожести семян до 90,7%. Хелатные препараты вызвали существенное увеличение лабораторной всхожести семян сортов Ассистент, Принц, Бакалавр, РСК Каскад, Гарант на 10,4-19,5% по сравнению с вариантом контроля.

Выявлены генотипические различия сортов зернового сорго по интенсивности формирования первичных корешков и проростков в результате обработки семян хелатными микроудобрениями. Наибольшая эффективность препаратов по росткам проявилась у сорта Ассистент: первичные корешки сорта сформировались в опытных вариантах на 36,5-49,7% длиннее, а первичные проростки – на 21,3-31,9% больше, чем в контрольном варианте. Результаты исследований в среднем за 2021–2023 гг. свидетельствуют об эффективности применения хелатных микроудобрений для обработки семян, которые способствовали активации физиолого-биохимических процессов на начальных этапах набухания и прорастания семян сортов зернового сорго.

#### **Список использованных источников:**

1. Степанченко Д.А., Степанченко В.И., Бочкарева Ю.В., Семин Д.С., Ефремова И.Г. Влияние хелатных микроудобрений на интенсивность набухания и прорастания семян зернового сорго [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 5. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st\\_505.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st_505.pdf) DOI: <https://doi.org/10.51419/202135505>.
2. Степанченко Д.А., Степанченко В.И., Бочкарева Ю.В., Ефремова И.Г., Семин Д.С. Влияние хелатных микроудобрений на элементы семенной продуктивности сортов зернового сорго в Поволжье [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 2. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/2/st\\_232.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/2/st_232.pdf) DOI: <https://doi.org/10.51419/202132232>.
3. Степанченко Д.А., Куколева С.С., Старчак В.И., Кибальник О.П., Ефремова И.Г. Влияние хелатных микроудобрений на посевные качества семян сортов зернового сорго // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021–№ 12–1(114)–168–173 с.

4. Степанченко Д.А., Ефремова И.Г., Кибальник О.П., Семин Д.С., Куколева С.С., Старчак В.И., Пронько В.В. Эффективность гуминовых препаратов на посевах сахарного сорго в черноземной степи Саратовского правобережья // Аграрный научный журнал – 2020. – № 5. – С. 9-13.

5. Кадыров С.В., Козлобаев А.В. Влияние стимуляторов роста и микроудобрений на посевные качества семян гречихи // Совершенствование технологий производства зерновых, кормовых и технических культур в ЦЧР. – Воронеж, 2011. – С. 24-29.

6. Кибальник О.П., Ефремова И.Г., Семин Д.С., Пронько В.В., Ерохина А.В. Продуктивность сахарного сорго при использовании гуминовых препаратов в условиях нижнего Поволжья // Нива Поволжья. – 2020. – № 3 (56). – С. 3–8.

7. Корсаков К.В., Пронько В.В., Пронько Н.А., Белоголовцев В.П., Корсак В.В. Продуктивность свеклы столовой при внесении гуминовых препаратов и хелатных удобрений на орошаемых каштановых почвах Саратовского Заволжья // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 5. – С. 25–29.

8. Корсаков К.В., Пронько Н.А., Пронько В.В., Белоголовцев В.П., Корсак В.В. Влияние гуминовых препаратов и хелатных форм удобрений на продуктивность столовой моркови в Саратовском Заволжье при орошении // Аграрный научный журнал. – № 4. – 2019 г. – С. 16–20.

9. Корсаков К.В., Пронько Н.А., Пронько В.В., Степанченко Д.А. Сравнительная оценка отзывчивости орошаемых овощных культур на гуминовые удобрения в Саратовском Заволжье // Проблемы агрохимии и экологии. – № 3. – 2020 г. – С. 3–7.

10. Рак М.В., Титова С.А., Николаева Т.Г., Муковозчик В.А. Эффективность применения жидких хелатных микроудобрений микростим при возделывании кукурузы // Почвоведение и агрохимия. – 2015. – № 1(54). – С. 200-207.

11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур при М-ве сел. хоз-ва СССР; [Участвовали Ю.А. Роговский и др.]; под общ. ред. М.А. Федина. - М. : Б. и., 1985. –267 с.

12. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. В 2-х т. Т. 1 «Сорта растений» / Официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2020. - 516 с.

13. ГОСТ – 12038-84 Государственный стандарт Союза ССР. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

14. Третьяков Н.Н. Практикум по физиологии растений. – М.: Колос, 1991. – 271 с.

15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 2011. – 336 с.

16. Аскоченская Н.А. Водный режим семян // Материалы Всесоюзного симпозиума «Регуляция водного обмена растений». – К.:Наукова думка, 1984. – С. 42–44.

Степанченко Д.А., Степанченко В.И., Бочкарева Ю.В., Семин Д.С., Лихацкая С.Г.

Оценка посевных качеств семян сортов зернового сорго при применении хелатных микроудобрений

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

**Цитирование:**

Степанченко Д.А., Степанченко В.И., Бочкарева Ю.В., Семин Д.С., Лихацкая С.Г. Оценка посевных качеств семян сортов зернового сорго при применении хелатных микроудобрений [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 6. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st\\_629.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st_629.pdf) DOI: <https://doi.org/10.51419/202136629>.