

Степанченко Д.А., Ефремова И.Г., Старчак В.И., Светлов В.В., Лихацкая С.Г.
Применение хелатных микроудобрений «нового поколения» на посевах зернового сорго в засушливых
условиях Саратовской области и их влияние на селекционно-ценные признаки

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

УДК 631.8:633.174

**Применение хелатных микроудобрений «нового поколения» на посевах
зернового сорго в засушливых условиях Саратовской области и их
влияние на селекционно-ценные признаки**

Степанченко Д.А., Ефремова И.Г., Старчак В.И., Светлов В.В., Лихацкая С.Г.

ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»

Аннотация

Полевые опыты заложены и проведены в период с 2021 по 2023 гг. В экспериментах применяли хелатные микроудобрения в качестве листовых обработок в посевах зернового сорго на опытных полях ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Установлено достоверное влияние хелатных препаратов на увеличение селекционно-ценных показателей зернового сорго: высоты растений сорго при созревании, длины и площади флагового и наибольшего листьев. Высота растений в среднем по сортам на опытных вариантах варьировала от 126,3 до 130,4 см, что на 6,0-10,1 см выше контрольного варианта, длина флагового листа варьировала от 31,3 до 34,7 см (превышение контроля составило 3,6-7,0 см), длина наибольшего листа – от 46,0 до 52,8 см, в контрольном варианте величина параметра оказалась ниже на 3,0-9,8 см. Площадь флагового листа в среднем по сортам возросла в опытных вариантах от 97,4 до 115,4 см² (разница с контролем составила 11,4-29,4 см²), а наибольшего листа – от 192,7 до 223,5 см² (больше контроля на 33,1-63,9 см²). Применяемые хелатные микроудобрения не вызвали достоверного увеличения показателя «длина соцветия», хотя установлена тенденция к росту данного признака.

Ключевые слова: ЗЕРНОВОЕ СОРГО, СОРТ, ХЕЛАТНЫЕ МИКРОУДОБРЕНИЯ, ВЫСОТА РАСТЕНИЙ, ДЛИНА И ПЛОЩАДЬ ФЛАГОВОГО И НАИБОЛЬШЕГО ЛИСТЬЕВ, ДЛИНА СОЦВЕТИЯ

Введение

В настоящее время в современной земледелии все больший практический интерес вызывает применение ресурсосберегающих технологий ведения сельского хозяйства. Эти

Степанченко Д.А., Ефремова И.Г., Старчак В.И., Светлов В.В., Лихацкая С.Г.
Применение хелатных микроудобрений «нового поколения» на посевах зернового сорго в засушливых
условиях Саратовской области и их влияние на селекционно-ценные признаки

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

технологии позволяют не только существенно снижать себестоимость готовой сельскохозяйственной продукции, но и получать существенные прибавки урожайности культурных растений [1-3].

Одним из наиболее известных направлений вышеуказанных технологий является применение хелатных микроудобрений «нового поколения». Данные удобрения способствуют не только достоверному повышению продуктивности сельскохозяйственных культур, но и существенно повышают качество получаемой продукции. На сегодняшний день зарегистрирован и допущен к применению широкий спектр различных удобрений (гуминовые препараты, хелатные микроудобрения, регуляторы и стимуляторы роста и развития растений) [4-6].

Анализ научных трудов выявил результаты многочисленных исследований по применению различных удобрений на зерновых, зернобобовых, масличных, овощных и плодовых культур, в которых показана высокая отзывчивость культурных растений на вносимые препараты [7-9].

Однако действие хелатных микроудобрений на селекционно-ценные признаки зернового сорго, выращиваемого в аридных условиях Саратовской области, изучено недостаточно широко. Данное обстоятельство послужило поводом для проведения научных исследований на сортах зернового сорго [10].

Цель исследований: выявить влияние хелатных микроудобрений на селекционно-ценные признаки зернового сорго в засушливых условиях Саратовской области.

Задачи исследования:

1. Установить влияние хелатных удобрений на высоту растений зернового сорго.
2. Изучить действие хелатных микроудобрений на площадь фотосинтетического аппарата.
3. Выявить влияние микроудобрений в хелатной форме на длину соцветий.

Материал и методы

Полевые исследования проведены в период с 2021 по 2023 гг. на полях ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Объектами исследований служили восемь новых сортов зернового

Степанченко Д.А., Ефремова И.Г., Старчак В.И., Светлов В.В., Лихацкая С.Г.
Применение хелатных микроудобрений «нового поколения» на посевах зернового сорго в засушливых
условиях Саратовской области и их влияние на селекционно-ценные признаки

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

сорго селекции института – Бакалавр, Ассистент, Магистр, Гарант, РСК Каскад, РСК Локус, Кулон и Принц, а также хелатные микроудобрения производства НПО «СИЛА ЖИЗНИ» – Reasil Micro Amino Zn (далее по тексту Реасил Zn) и Reasil Forte Carb Ca/Mg/B-Amino (далее по тексту Реасил Ca).

Характеристика сортов зернового сорго

Объекты исследований представлены раннеспелыми и среднеспелыми низкорослыми формами, различающимися по ряду хозяйственно-ценных признаков и урожайности. К среднеспелым сортам относятся Бакалавр, Ассистент, Магистр, РСК Каскад, РСК Локус, а к раннеспелым – Гарант.

Изучаемые сорта включены в Госреестр селекционных достижений: Бакалавр (2019 г.), Ассистент (2019 г.), Магистр (2019 г.), Гарант (2016 г.), РСК Каскад и РСК Локус (2020 г.), сорта Кулон и Принц (2023 г.) [11, 12]. Направление возделывания: сортов на зерно и на силос. Зерно не осыпается, растения не полегают, засухоустойчивые, холодостойкие, пригодны к механизированной уборке.

Характеристика хелатных микроудобрений

Хелатные микроудобрения характеризовались следующим химическим составом:

Reasil micro Amino Zn – обладает высоким содержанием цинка в легкодоступной для растений форме. Цинк содержится в комплексе с гуминовыми, гидроксикарбоновыми и аминокислотами, что значительно повышает его усвоение растениями через листовую поверхность, а также их подвижность внутри растения. Не содержит химических элементов и соединений (синтетических хелатообразователей), оказывающих вредное влияние на рост и развитие растений. Это мульти-компонентное удобрение, в котором каждое активное вещество усиливает эффективность остальных, позволяя воздействовать на растение сразу по всем доступным направлениям. Гидроксикарбоновые кислоты (глюконовая, молочная, янтарная, лимонная и др.) входящие в его состав способствуют максимальному усвоению элементов питания растением, а также стимулируют обменные процессы в растении, увеличивают проницаемость клеточной мембраны. Жидкое органическое удобрение *Reasil micro Amino Zn* способствует значительному повышению урожайности и качества зерна получаемой продукции.

Степанченко Д.А., Ефремова И.Г., Старчак В.И., Светлов В.В., Лихацкая С.Г.
Применение хелатных микроудобрений «нового поколения» на посевах зернового сорго в засушливых
условиях Саратовской области и их влияние на селекционно-ценные признаки

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

Reasil Forte Carb-Ca/Mg/B-Amino – жидкое удобрение. Сбалансированный состав с высоким процентным содержанием борэтаноламина, кальция и магния в комплексе с гидроксикарбоновыми и аминокислотами, обеспечивает высокий уровень биодоступности питательных элементов, их незамедлительное поступление и мобильность в растении. Кальций является транспортировщиком всех минералов, регулирует их усвояемость растением, играет важную роль в развитии клеточных стенок растений и плодов, отвечает за деление и силу клеток. Бор, доказанный синергист кальция, улучшает углеводный и белковый обмены. Магний является основным компонентом хлорофилла и необходим для синтеза аминокислот, витаминов, масел и сахаров. Применяется для широкого спектра культур. Благодаря гидроксикарбоновым кислотам и аминокислотам обеспечивается поступление питательных веществ на более высоком уровне. Совместим с большинством пестицидов и минеральных удобрений [10].

Схема опыта включала следующие варианты:

Вариант 1 – контроль (без удобрений);

Вариант 2 – однократное внесение *Reasil micro Amino Zn* по вегетирующим растениям в фазу 3-5 листьев (доза 1,0 л/га);

Вариант 3 – двукратное внесение *Reasil micro Amino Zn* по вегетирующим растениям: в фазу 3-5 листьев и через 10 дней после первой обработки (доза 1,0+1,0 л/га);

Вариант 4 – трехкратное внесение *Reasil micro Amino Zn* (доза 1,0 л/га) по вегетирующим растениям: первое – в фазу 3-5 листьев, последующие – с интервалом 10 дней;

Вариант 5 – однократное внесение *Reasil Forte Carb Ca/Mg/B Amino* по вегетирующим растениям в фазу 3-5 листьев (доза 1,0 л/га);

Вариант 6 – двукратное внесение *Reasil Forte Carb Ca/Mg/B Amino* по вегетирующим растениям: в фазу 3-5 листьев и через 10 дней после первой обработки (доза 1,0+1,0 л/га);

Вариант 7 – трехкратное внесение *Reasil Forte Carb Ca/Mg/B Amino* (доза 1,0 л/га) по вегетирующим растениям: первое – в фазу 3-5 листьев, последующие – с интервалом 10 дней.

Оценка хозяйственно-ценных признаков проводилась согласно Широкого унифицированного классификатора СЭВ и международного классификатора СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* [13]. Статистическую обработку данных

проводили с помощью программы AGROS версии 2.09 методом двухфакторного дисперсионного анализа (фактор А – сорт, фактор В – варианты применения удобрений) [14].

Посев зернового сорго осуществлялся во второй декаде мая с помощью селекционной сеялки СКС-6-10 на глубину 5-7 см площадь деланки 7,7 м², способ посева широкорядный, рандомизированный, повторность трехкратная. Агротехника возделывания зональная, включающая основные приемы обработки почвы, посева, ухода за растениями и уборки. В период вегетации сорго проведено 3 междурядных обработки агрегатом МТЗ-82 + КПС 4-2; последняя из них была с орудиями.

Результаты исследований

В исследованиях выявлено действие хелатных микроудобрений на селекционно-ценные признаки сортов зернового сорго селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Комплекс селекционно-полезных признаков включал следующие показатели: высота растений при созревании, длина соцветия, длина наибольшего и флагового листьев, а также их площадь.

Установлено достоверное влияние применения цинкового препарата в дозах 2 и 3 л/га в посевах сорта Гарант на увеличение высоты растений, которая варьировала от 125,57 до 125,77 см и превышала контроль на 8,0-8,2%. Листовая обработка вегетирующих растений сорта Магистр удобрением Реасил Са в дозах 1 и 3 л /га также привела к существенному увеличению анализируемого показателя: высота растений достигла 118,23-123,60 см, эти значения оказались выше контрольных на 6,0 и 10,9%. Испытания препарата Реасил Zn показали стимулирующий результат при дозе 2 л /га, при этом высота достигла 121,27 см, которая выше контроля на 8,8% (табл. 1).

Таблица 1. Влияние хелатных микроудобрений на высоту растений (см) зернового сорго при созревании в среднем за 2021-2023 гг.

Сорт	Контроль	Реасил Zn 1 л/га	Реасил Zn 2 л/га	Реасил Zn 3 л/га	Реасил Са 1 л/га	Реасил Са 2 л/га	Реасил Са 3 л/га	Среднее по А
Бакалавр	124,20	124,70	120,27	140,23	129,10	132,47	121,70	127,52с
Ассистент	124,10	118,00	130,67	132,83	130,10	134,90	121,53	127,45с
Магистр	111,53	103,13	121,27	115,23	123,60	114,87	118,23	115,41а
Гарант	116,27	116,13	125,57	125,77	114,27	115,07	120,20	119,04а
РСК Каскад	121,03	116,83	129,43	133,63	132,80	126,17	131,30	127,31с

Степанченко Д.А., Ефремова И.Г., Старчак В.И., Светлов В.В., Лихацкая С.Г.
 Применение хелатных микроудобрений «нового поколения» на посевах зернового сорго в засушливых
 условиях Саратовской области и их влияние на селекционно-ценные признаки

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

Сорт	Контроль	Реасил Zn 1 л/га	Реасил Zn 2 л/га	Реасил Zn 3 л/га	Реасил Ca 1 л/га	Реасил Ca 2 л/га	Реасил Ca 3 л/га	Среднее по А
РСК Локус	120,30	125,00	126,53	130,90	134,53	123,03	129,13	127,06bc
Кулон	121,07	127,57	129,22	129,13	131,47	143,40	131,10	130,42c
Принц	123,80	131,27	128,90	135,43	133,93	145,03	137,37	133,68c
Среднее по В	120,29a	120,33a	126,48c	130,40c	128,72c	129,37c	126,32bc	

Примечание: Fфакт=2,14*; HCP05 =15,46; Fфакт. (A)= 8,10*; HCP05 (A)= 5,85; Fфакт (B)= 4,50*; HCP05 (B)= 5,47; Fфакт. (AB)= 0,82.

На сорте Ассистент двойная и тройная доза Реасил Zn вызвали существенное увеличение изучаемого показателя: высота растений достигла 130,67-132,83 см и оказалась выше контроля на 5,3-7,0%. Применение Реасил Ca в дозах 1 и 2 л/га способствовало увеличению высоты растений от 130,10 до 134,90 см, что выше контроля на 4,8-8,7%. Двукратное внесение Реасил Ca и трехкратное Реасил Zn позволило сформировать высоту растений сорта Бакалавр от 132,47 до 140,23 см, что достоверно превысило контроль на 6,7-12,9%.

Листовые обработки растений сорго в период вегетации выявили сортовые особенности отзывчивости на применение хелатных микроудобрений. На посевах сорта Кулон установлено достоверное действие удобрений во всех вариантах опыта: применение Реасила Ca способствовало увеличению длины соцветия от 24,50 до 27,70 см (больше контроля на 18,8-34,3%), а использование Реасил Zn привело к увеличению длины соцветия с 22,80 до 25,00 см или на 10,5-21,2%. На сорте Принц внесение Реасила Zn во всех дозах позволило увеличить длину соцветия с 20,13 до 20,40 см (при контроле 17,4 см) или на 15,9-17,4%, а двойная или тройная дозы Реасила Ca способствовали увеличению длины соцветий до 21,43-22,10 см, что больше контроля на 23,4-27,2%. На посевах сорта РСК Локус эффективным оказалось применение всех трёх доз Реасил Zn: длина соцветия повысилась от 25,70 до 26,13 см или на 8,6-10,3% к контролю.

Сорт РСК Каскад хорошо отозвался на применение хелатного микроудобрения Реасил Ca во всех изучаемых дозах: длина соцветия возростала от 24,73 до 26,53 см или на 9,0-17,0% к контролю. На сортах Магистр и Бакалавр эффективным оказалось использование тройной дозы Реасил Ca, длина соцветия повысилась до 22,33 см и 25,90 см, соответственно, что превысило контрольный вариант на 8,7% у Бакалавра и 10,7% у Магистра (табл. 2).

Таблица 2. Действие хелатных микроудобрений на длину соцветия (см) зернового сорго, в среднем за 2021-2023 гг.

Сорт	Контроль	Реасил Zn 1 л/га	Реасил Zn 2 л/га	Реасил Zn 3 л/га	Реасил Ca 1 л/га	Реасил Ca 2 л/га	Реасил Ca 3 л/га	Среднее по А
Бакалавр	23,83	25,10	24,90	23,73	23,93	24,60	25,90	24,57cd
Ассистент	25,40	26,60	27,23	25,67	23,20	25,93	24,87	25,56d
Магистр	20,17	20,17	21,50	20,53	20,33	20,90	22,33	20,85a
Гарант	22,50	24,03	23,53	24,37	22,40	23,00	23,53	23,34bc
РСК Каскад	22,67	24,47	23,07	23,13	25,40	24,73	26,53	24,29cd
РСК Локус	23,67	25,70	26,13	25,67	23,47	24,33	24,43	24,77cd
Кулон	20,63	25,00	23,10	22,80	24,50	27,70	26,83	24,37cd
Принц	17,37	20,13	20,37	20,40	19,27	22,10	21,43	20,15a
Среднее по В	22,03	23,90	23,73	23,29	22,81	24,16	24,48	

Примечание: $F_{факт}=1,48^*$; $HCP05 = 5,15$; $F_{факт} (A) = 7,85^*$; $HCP05 (A) = 1,95$; $F_{факт} (B) = 1,69$; $HCP05 (B) = 3,29$ $F_{факт} (AB) = 0,39$.

Результаты листовой обработки посевов зернового сорго выявили неоднозначное влияние хелатных препаратов на длину флагового листа сортов: наиболее эффективной оказалась обработка растений сортов Ассистент, Магистр, РСК Локус и Кулон. На этих сортах все изучаемые дозы обоих препаратов вызвали достоверное увеличение этого показателя по сравнению с контрольным вариантом. Использование хелатного удобрения Реасил Zn способствовало увеличению длины флагового листа у Ассистента до 33,67-34,33 см (прибавка к контролю 17,4-19,7%), Магистра до 33,67- 34,99 см (17,4-21,8%), у РСК Локуса – до 30,17-30,57 см (20,2-21,8%), у Кулона до 32,50-37,33 см (выше контроля на 21,3-39,3%). Применение препарата Реасил Ca вызвало достоверное повышение длины флагового листа у Ассистента до 34,90-36,67 см (21,7-27,9% к контролю), у Магистра до 34,90-36,67 см (21,7-27,9%), у РСК Локуса до 32,03-37,17 см (27,6-48,1 %), у Кулона до 33,60-35,57 см (25,4-32,7% по отношению к контрольному варианту). Опрыскивание растений зернового сорго хелатным микроудобрением Реасил Ca всеми изучаемыми дозами оказалось наиболее эффективным на сортах Гарант, РСК Каскад и Принц. Длина флагового листа варьировала у Гаранта от 37,80 до 39,20 см (на 8,2-12,2% выше контроля), у РСК Каскад от 34,53 до 35,57 см (15,8-19,2%), у Принца от – 26,70 до 28,40 см (14,3-21,5%).

На посевах сорта Бакалавр наиболее эффективной оказалась доза 3 л/га препарата Реасил Ca, длина флагового листа составила 31,47 см, что превысило контроль на 9,0%. Применение препарата Реасил Zn на сорте РСК Каскад в дозах 2 и 3 л/га привело к

существенному повышению величины показателя, при этом длина флагового листа достигла 33,57 и 35,57 см. Использование цинкового удобрения в дозах 1 и 2 л/га способствовало увеличению длины флагового листа сорта Принц до 26,03-27,10 см (табл. 3).

Таблица 3. Действие хелатных микроудобрений на длину флагового листа (см) сортов зернового сорго в среднем за 2021-2023 гг.

Сорт	Контроль	Реасил Zn 1 л/га	Реасил Zn 2 л/га	Реасил Zn 3 л/га	Реасил Са 1 л/га	Реасил Са 2 л/га	Реасил Са 3 л/га	Среднее по А
Бакалавр	23,87	26,43	26,90	30,80	29,00	30,00	31,47	28,35a
Ассистент	28,67	33,67	33,93	34,33	34,90	36,67	35,77	33,99
Магистр	28,67	33,67	33,99	34,33	34,90	36,67	36,43	34,09d
Гарант	34,93	34,07	35,93	35,97	37,80	39,10	39,20	36,71e
РСК Каскад	29,83	32,03	35,57	33,57	34,53	35,57	34,57	33,67cd
РСК Локус	25,10	30,33	30,17	30,57	33,07	37,17	32,03	31,20bc
Кулон	26,80	32,67	32,50	37,33	35,53	35,57	33,60	33,43cd
Принц	23,37	27,10	26,03	25,57	26,70	26,93	28,40	26,30a
Среднее по В	27,65a	31,25b	31,87bc	32,81b-d	33,30b-d	34,71d	33,93c-d	

Примечание: Fфакт=3,39*; HCP05 =6,18; Fфакт. (А)= 16,67*; HCP05 (А)= 2,33; Fфакт (В)= 8,89*; HCP05 (В)= 2,18; Fфакт. (АВ)= 0,39.

Листовая обработка растений зернового сорго хелатными микроудобрениями в период вегетации благоприятно сказалась на формировании длины наибольшего листа сортов. Наиболее отзывчивыми на применяемые удобрения и все дозы оказались сорта Принц, Кулон и РСК Локус. Опрыскивание растений сорго препаратом Реасил Zn позволило увеличить длину листовой пластины сорта Принц до 48,9 (17,3%) – 54,8 (31,4%) см. У сорта Кулон увеличение составило от 46,8 (23,2%) до 49,4 (30,0%) см, у РСК Локус – от 43,7 (12,1%) до 49,0 (25,6%) см, при использовании микроудобрения Реасил Са на посевах сорта Принц – от 49,8 (19,4%) до 57,2 (37,2%) см, на посевах сорта Кулон от 48,3 (27,1%) до 51,8 (36,3%) см и по сорту РСК Локус – от 46,8 (20%) до 53,2 (36,4%) см соответственно. На остальных сортах наиболее эффективным оказалось использование хелатного микроудобрения Реасил Са во всех изучаемых дозах. Длина наибольшего листа достигала следующих результатов у сортов: РСК Каскад – 47,2 (9,0%)-53,2 (22,9%) см, Гарант – 57,4 (10,6%) -58,4 (12,5%) см, Магистр – 48,6 (8,7%) -53,9 (20,6%) см, Ассистент – 52,8 (10,7%) -54,5(14,3%) см, Бакалавр – 46,4 (22,4%) - 48,3 (27,4%) см.

Степанченко Д.А., Ефремова И.Г., Старчак В.И., Светлов В.В., Лихацкая С.Г.
 Применение хелатных микроудобрений «нового поколения» на посевах зернового сорго в засушливых
 условиях Саратовской области и их влияние на селекционно-ценные признаки

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

Установлена наибольшая эффективность применения Реасил Zn на этих сортах в дозе 3 л/га, длина наибольшего листа в этом варианте опыта варьировала от 45,5 до 58,0 см и была выше контрольного варианта у Бакалавра на 20,0%, у Гаранта – на 11,8%, у Ассистента – 11,7%, у Магистра – 23,0% и 27,9% у сорта РСК Каскад. Применение двойной дозы данного препарата оказалось стимулирующим на сортах Бакалавр, Ассистент и РСК Каскад: длина листовой пластинки изменялась в пределах от 43,2 до 52,9 см и превышала контрольный вариант на 14,0% у Бакалавра, 10,9% – у Ассистента и 8,6% у РСК Каскад (табл. 4).

Таблица 4. Действие хелатных микроудобрений на длину наибольшего листа (см) сортов зернового сорго, в среднем за 2021-2023 гг.

Сорт	Контроль	Реасил Zn 1 л/га	Реасил Zn 2 л/га	Реасил Zn 3 л/га	Реасил Са 1 л/га	Реасил Са 2 л/га	Реасил Са 3 л/га	Среднее по А
Бакалавр	37,87	38,93	43,23	45,53	47,93	46,43	48,27	44,03a
Ассистент	47,70	43,90	52,90	53,30	54,50	52,83	53,20	51,19c
Магистр	44,70	43,60	45,17	54,97	48,63	50,13	53,87	48,72bc
Гарант	51,87	52,80	51,13	58,00	57,63	57,37	58,43	55,32d
РСК Каскад	43,27	43,43	47,03	55,40	47,20	53,23	51,43	48,71bc
РСК Локус	39,00	43,73	45,30	48,97	48,63	53,23	46,83	46,53ab
Кулон	38,00	47,13	46,83	49,43	48,33	51,77	50,50	47,43a-c
Принц	41,73	54,80	48,93	53,30	53,17	57,23	49,77	51,28c
Среднее по В	43,02a	46,04ab	47,57bc	52,36d	50,75cd	52,78d	51,54d	

Примечание: Fфакт=2,46*; НСР05 =9,30 Fфакт. (А)= 7,51*; НСР05 (А)= 3,52; Fфакт (В)= 9,81* НСР05 (В)=3,29; Fфакт. (АВ)= 0,56.

Трехлетние опыты выявили, что применение хелатных микроудобрений на сортах зернового сорго оказало неравнозначное действие на площадь флагового листа. Самыми отзывчивыми сортами на применение всех доз обоих препаратов оказались РСК Локус и Кулон. Использование цинкового удобрения обеспечило достоверное увеличение площади флагового листа на сорте РСК Локус от 91,3 до 99,5 см² (выше контрольного варианта на 27,0-46,5%), а опрыскивание удобрением Реасил Са способствовало значительному приросту площади листа от 98,7 до 125,0 см² или на 37,3-73,9% больше контроля. Листовые обработки Реасил Zn сорта Кулон вызвали существенный рост площади флагового листа – до 92,2-116,7 см², в контрольном варианте она оказалась ниже на 19,0-50,6%. Применение

Степанченко Д.А., Ефремова И.Г., Старчак В.И., Светлов В.В., Лихацкая С.Г.
Применение хелатных микроудобрений «нового поколения» на посевах зернового сорго в засушливых условиях Саратовской области и их влияние на селекционно-ценные признаки

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Реасил Са на вышеуказанном сорте повысило площадь флагового листа до 101,3-118,0 см², что больше контроля на 30,7-52,3%.

Листовые обработки сортов Ассистент, Магистр и Принц препаратом Реасил Са во всех изучаемых дозах увеличили площадь флагового листа до 115,5-126,6 см² у Ассистента (больше контроля на 27,9- 40,2%), до 115,3-124,7 см² на сорте Магистр (31,0-41,7%), до 88,9-92,8 см² (31,3-37,1%). На посевах сорта РСК Каскад применение данного удобрения оказалось эффективным в дозах 2 и 3 л/га. Площадь флагового листа изменялась в пределах от 109,8 до 111,6 см², контрольный вариант оказался ниже на 17,7-19,6%. Использование этого удобрения на сорте Гарант в дозах 1 и 3 л/га способствовало достоверному приросту площади флагового листа до 140,6-143,0 см², что выше контроля на 22,4-24,5%. Применение препарата Реасил Са в дозе 3 л/га вызвало существенное увеличение площади флагового листа сорта Бакалавр до 99,7 см² (18,0% к контролю) (табл. 5).

Таблица 5. Влияние хелатных микроудобрений на площадь флагового листа (см²) сортов зернового сорго в среднем за 2021-2023 гг.

Сорт	Контроль	Реасил Zn 1 л/га	Реасил Zn 2 л/га	Реасил Zn 3 л/га	Реасил Са 1 л/га	Реасил Са 2 л/га	Реасил Са 3 л/га	Среднее по фактору А
Бакалавр	84,5	80,8	90,1	89,0	92,1	83,0	99,7	88,5 ab
Ассистент	90,3	104,2	100,5	108,6	115,5	124,3	126,6	110,0 c
Магистр	88,0	110,1	93,5	122,6	115,5	115,3	124,7	109,9 c
Гарант	114,9	113,0	115,7	128,6	143,0	125,6	140,6	125,9 d
РСК Каскад	93,3	91,3	109,3	112,3	96,1	109,8	111,6	103,4c
РСК Локус	71,9	91,3	105,3	99,5	98,7	125,0	109,4	100,2bc
Кулон	77,5	98,6	92,2	116,7	103,8	101,3	118,0	101,2bc
Принц	67,7	89,2	80,3	79,8	88,9	90,2	92,8	84,1a
Среднее по фактору В	86,0 a	97,3 ab	98,4 ab	107,1 bc	106,7 bc	109,3 bc	115,4 c	

Примечание: Fфакт=1,73*; НСР05 =35;75; Fфакт. (А)= 7,35*; НСР05 (А)= 13,51; Fфакт (В)= 4,62*; НСР05 (В)= 12,64; Fфакт. (АВ)= 0,38.

Листовые обработки посевов цинковым препаратами в дозах 1 и 3 л/га оказались наиболее результативными на сортах Ассистент и Магистр: площадь флагового листа увеличилась до 104,2-108,6 см² у сорта Ассистент (выше контроля на 15,4-20,3%), до 110,1-122,6 см² у сорта Магистр (превышение контроля составило 25,1-39,3%). У сорта РСК Каскад выявлена эффективность доз 2 и 3 л/га данного препарата, при этом площадь листа варьировала от 109,3 до 112,3 см² (контрольный вариант оказался ниже на 17,2-20,4%, соответственно). Сорт Гарант хорошо отозвался на опрыскивание посевов тройной дозой

цинкового удобрения – 128,6 см², площадь листа превысила контрольный вариант на 11,9%. У сорта Принц доза 1 л/га цинкового препарата способствовала повышению площади флагового листа до 89,2 см², что оказалось на 31,8% выше контроля.

Применение обоих препаратов во всех вариантах опыта оказалось эффективным на увеличении площади наибольшего листа сортов РСК Локус и Кулон. Обработка растений РСК Локус цинковым удобрением способствовала увеличению площади листовой пластины от 181,3 до 228,9 см² или на 27,1-60,4% выше относительно контроля. Это удобрение повысило площадь наибольшего листа сорта Кулон до 192,0-197,4 см² или выше контроля на 74,6-79,5%, соответственно. Применение препарата Реасил Са на посевах сорта РСК Локус вызвало существенное увеличение площади наибольшего листа до 194,6 до 228,8 см², что превысило контрольный вариант на 36,4-60,3%. Площадь наибольшего листа сорта Кулон возросла в пределах от 192,0 до 197,4 см², у контрольного варианта показатель оказался ниже на 74,5-79,5%.

Сорта зернового сорго Бакалавр, Магистр и Принц хорошо отозвались на применение хелатных микроудобрений во всех изучаемых дозах: площадь наибольшего листа сорта Бакалавр варьировала от 180,3-199,1 см² (27,3-40,6%) у Магистра варьировала от 229,1-267,2 см² (29,1-50,5%), у Принца 221,0-232,7 см² (30,5-37,5%) (табл. 6).

Таблица 6. Влияние хелатных микроудобрений на площадь наибольшего листа (см²) сортов зернового сорго, в среднем за 2021-2023 гг.

Сорт	Контроль	Реасил Zn 1л/га	Реасил Zn 2 л/га	Реасил Zn 3 л/га	Реасил Са 1 л/га	Реасил Са 2 л/га	Реасил Са 3 л/га	Среднее по фактору А
Бакалавр	141,6	152,7	183,9	191,8	199,1	180,3	198,9	178,3 а
Ассистент	198,0	166,8	242,4	219,8	210,1	227,0	166,1	204,3 а-с
Магистр	177,5	180,9	213,3	224,0	229,1	238,0	267,2	218,6 cd
Гарант	200,3	234,9	194,1	255,4	276,4	217,1	281,4	237,1 d
РСК Каскад	137,6	173,8	175,4	235,7	163,9	216,6	200,3	186,2 ab
РСК Локус	142,7	181,3	183,3	228,9	207,3	228,8	194,6	195,3 а-с
Кулон	110,0	209,7	185,5	194,9	197,4	192,0	195,7	183,6 а
Принц	169,3	241,1	195,0	237,5	221,8	232,7	221,0	216,9 b-d
Среднее по фактору В	159,6 а	192,7 b	196,6 bc	223,5 c	213,1 bc	216,6 bc	215,7 bc	

Примечание: Fфакт=1,57*; НСП05 =76,63, Fфакт. (А)= 3,89*; НСП05 (А)= 28,96; Fфакт (В)= 5,13*; НСП05 (В)= 27,09; Fфакт. (АВ)= 0,68.

Степанченко Д.А., Ефремова И.Г., Старчак В.И., Светлов В.В., Лихацкая С.Г.
Применение хелатных микроудобрений «нового поколения» на посевах зернового сорго в засушливых
условиях Саратовской области и их влияние на селекционно-ценные признаки
.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

На посевах сорта Гарант эффективными оказались дозы 1 и 3 л/га препарата Реасил Са, действие которого увеличило площадь наибольшего листа до 276,4-281,4 см², которая оказалась выше контрольного варианта на 38,0-40,5%. Листовая обработка посевов сорта РСК Каскад двойной и тройной дозой препарата Реасил Са вызвала рост площади наибольшего листа до 200,3-216,6 см², что на 45,6-57,4% превысило контроль. Использование данного препарата на сорте Ассистент в дозе 2 л/га повысило площадь наибольшего листа до 227 см², превышение контрольного варианта составило 14,6%.

Листовые обработки зернового сорго в период вегетации цинковым препаратом оказались наиболее эффективными на посевах сорта РСК Каскад. Все применяемые дозы удобрения вызвали существенное повышение площади наибольшего листа, которая варьировала от 173,8 до 235,7 см² или на 26,3-71,3% выше контроля. Применение двойной и тройной дозы хелатного удобрения Реасил Zn вызвали достоверное увеличение площади наибольшего листа у сортов Бакалавр (183,9-191,8 см²), Магистр (213,3-224,0 см²), превышение контрольного варианта составило 29,9-35,5% у Бакалавра и 20,2-26,2% у сорта Магистр. Применение цинкового препарата в дозах 1 и 3 л/га на посевах сортов Гарант и Принц привело к достоверному повышению изучаемого показателя: площадь наибольшего листа выросла до 234,9-255,4 см² у Гаранта и до 237,5-241,1 см² у сорта Принц, контрольный вариант оказался ниже опытных на 17,3-27,5% и на 40,3-42,4%, соответственно.

Растения сорта Ассистент отреагировали на применение цинкового препарата в дозе 2 л/га возрастанием площади наибольшего листа до 242,4 см², что оказалось выше контрольного варианта на 22,4%.

Заключение

Таким образом, по результатам изучения применения хелатных микроудобрений в посевах зернового сорго можно сделать следующие выводы:

1. Листовые обработки сортов зернового сорго хелатными микроудобрениями оказали достоверное влияние на высоту растений при созревании. В среднем по опыту разница с контрольным вариантом варьировала от 5,2 до 8,0%.
2. Опрыскивание посевов зернового сорго в период вегетации данными препаратами не оказало существенного влияния на длину соцветия. Однако отмечена тенденция к увеличению данного признака.

3. Применение микроудобрений в хелатной форме способствовало значительному увеличению длины флагового и наибольшего листа. В среднем по опыту в обработанных вариантах длина флагового листа превышала контроль от 13,5 до 25,5%, по длине наибольшего листа установлено превышение контроля от 7,0 до 22,7%.

4. Удобрения «нового поколения» существенно стимулировали увеличение площади флагового и наибольшего листа. В среднем по опыту площадь флагового листа у сортов была выше контрольного варианта на 13,1-34,2%, а наибольшего листа – на 20,7-40,0%.

Таким образом, применение удобрений в хелатной форме в посевах зернового сорго оказалось важным агроприёмом в повышении продуктивности данной культуры, поскольку проанализированные показатели напрямую связаны с урожайностью сорго.

Список использованных источников:

1. 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 // АГРОЭКОИНФО. – 2023. – № 6 (60).

2. Пронько Н. А., Кибальник О. П., Ефремова И. Г., Степанченко Д. А. Эффективность хелатных удобрений в земледелии России (Аналитический обзор) // Научная жизнь. – 2021. – Т 16 – № 8 (120). – С 1074-1083.

3. 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.

4. Пронько Н. А., Корсаков К. В., Пронько В. В., Степанченко Д. А, Применение хелатных удобрений на орошаемых овощных культурах в Саратовском Заволжье // Аграрный научный журнал. – 2021.–№ 5. – С. 41-45.

5. Пронько Н. А., Пронько В. В., Степанченко Д. А. Хелатные удобрения в поливном овощеводстве Саратовского Заволжья // Концептуальные аспекты современного состояния и развития мелиорации эффективного использования водных ресурсов. Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции с международным участием посвященной 55-летию образования ФГБНУ «ВолжНИИГиМ». Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации. – Саратов. – 2021. – С. 133-139.

6. 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.

Степанченко Д.А., Ефремова И.Г., Старчак В.И., Светлов В.В., Лихацкая С.Г.
 Применение хелатных микроудобрений «нового поколения» на посевах зернового сорго в засушливых
 условиях Саратовской области и их влияние на селекционно-ценные признаки

=====

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

=====

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. – С. – 16-20.

9. Степанченко Д. А., Старчак В. И., Бочкарева Ю. В., Кибальник О. П., Ерохина А. В. Эффективность применения хелатных микроудобрений на формирование зелёной биомассы зернового сорго, возделываемого в засушливых условиях Саратовской области // АГРОЭКОИНФО. – 2022. – № 5 (53).

10. Степанченко Д. А., Кибальник О. П., Ефремова И. Г. Влияние препаратов в хелатной форме на генеративные признаки сортов зернового сорго. Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата // Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Саратов. – 2021. – С. 389-395.

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

12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 267 с.

13. Якушевский Е.С., Варадинов С.Г., Корнейчук В.А., Баняи Л. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* // Л: 1982. – 34 с.

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

=====

Цитирование:

Степанченко Д.А., Ефремова И.Г., Старчак В.И., Светлов В.В., Лихацкая С.Г. Применение хелатных микроудобрений «нового поколения» на посевах зернового сорго в засушливых условиях Саратовской области и их влияние на селекционно-ценные признаки [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/6/st_608.pdf
 DOI: <https://doi.org/10.51419/202146608>.