

## Эффективность применения Нанокремния при возделывании полевых культур в Саратовской области.

Спиридонов Ю.Я.– академик РАСХН, академик РАН  
Будынков Н.И. – ВНИИ Фитопатологии, ксхн,  
Стрижков Н.И. – ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», дсхн,  
Азизов З.М. – ФГБНУ «НИИСХ Юго-востока» дсхн,  
Суминова Н.Б. – ФГБОУ ВО «СГАУ», ксхн.

В последние годы НИИСХ Юго-Востока целенаправленно проводит исследования, нацеленные на поиск системных решений по управлению урожаем сельскохозяйственных культур на основе современных подходов. Неотъемлемой частью этих систем является использование микроудобрений и биостимуляторов, поскольку именно эти категории препаратов позволяют сбалансировать питание растений, повысить энергию прорастания семян, обеспечить формирование мощной корневой системы и эффективного листового аппарата, успешно противодействовать стрессам.

Количество удобрений, необходимых для получения запланированного урожая, рассчитывают на основе данных агрохимического анализа. Но в стрессовых ситуациях (низкие температуры, недостаток влаги и т.п.) усвоение элементов питания корневой системой является недостаточным, что замедляет темпы роста и развития. В такой ситуации необходима внекорневая подкормка растений. Степень (процент) и скорость усвоения элементов питания из удобрений через листья значительно выше по сравнению с их усвоением из удобрений, внесенных в почву. Нанесенные на листовую поверхность микроэлементы легко проникают в растения, хорошо усваиваются, дают быстрый эффект. Своевременная внекорневая подкормка позволяет обеспечить растения макро- и микроэлементами в критические фазы развития, уменьшить проявления стресса от действия неблагоприятных факторов окружающей среды, предотвратить развитие болезней из-за нехватки тех или иных элементов, создать оптимальные условия для роста и развития растений.

Эффективность некорневых подкормок во многом определяется скоростью поглощения нанесенных на листья питательных веществ. Так, 50%-ное поглощение питательного раствора азота происходит за 1 – 4 часа, фосфора - 1 – 11 дней, калия – 1 – 4 дня, кальция 4 – 5 дней, а 20%-ного раствора магния – за 1 час, серы – 8 дней, железа, молибдена – 3-5 дней, марганца и цинка – 1-2 дня.

Таким образом, действие внекорневых подкормок состоит в том, что они усиливают использование растениями питательных веществ, которые содержатся в почве. Внекорневые подкормки - это более быстрый и доступный агротехнический способ, посредством которого можно значительно повысить урожайность. В связи с этим особую актуальность приобретает применение в сельском хозяйстве новых высокоэффективных микроудобрений, которые также выступают в роли регуляторов роста растений, для внекорневого питания растений с целью оптимизации физиологических процессов в растениях, повышения урожайности и улучшения качества сельскохозяйственной продукции.

Цель нашей работы – разработать элементы технологии, способствующие повышению продуктивности возделываемых культур в нашем регионе и улучшению качества продукции на основе использования современных микроудобрений.

Для решения поставленных задач в Энгельском районе и в ОНО «Экспериментальное» НИИСХ Юго-Востока (г.Саратов), расположенном в зоне засушливой черноземной степи Поволжья, которая характеризуется проявлением засухи и опасностью ветровой эрозии, в 2018-2019 гг. были заложены полевые опыты включающие варианты исследований с комплексом применения микроудобрений.

Годовая сумма осадков в черноземно-степной зоне Правобережья составляет 420-480 мм. За вегетационный период выпадает 200-250 мм осадков. Сумма активных температур выше  $+10^{\circ}$  составляет 2400-2800<sup>0</sup> С. среднегодовая температура воздуха 4,1 -5,2<sup>0</sup> С. Продолжительность безморозного периода 115 – 125 дней, вегетационного 160 – 165 дней.

Почвы опытного поля НИИСХ Юго-Востока - чернозем южный, среднемощный, тяжелосуглинистый. Пахотный слой характеризовался следующими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 4,56%, азота в пахотном слое 0,238%, валового фосфора 0,127%. Сумма поглощенных оснований в горизонте А – 40,0 мг/экв. На 100 г почвы, рН – 7,0.

Наименьшая влагоемкость (НВ) слоя 0-30 см, составляет 111,9 мм, 0 -100 см – 354,6 мм, 0 – 150 см – 514,9 мм, влажность устойчивого завядания растений – соответственно 38,9; 166,8 и 262,4 мм.

В опыте площадь опытной делянки – 1710 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная, расположение делянок в опыте последовательное. Агротехника возделывания культуры общепринятая для зоны Поволжья. Норма высева озимой и яровой пшеницы – 4,5 млн./га, проса – 2,5 млн./га, льна – 5 млн./га, чины – 0,8 млн./га, сафлора – 0,8 млн./га, расторопши – 0,6 млн./га, нута – 0,7 млн./га, семена 1-й репродукции. Перед посевом семена обрабатывались нанокремнием 0,3 кг/т. Обработку посевов проводили с помощью опрыскивателя «Монсанто», норма расхода 0,1 кг/га, гербициды вносили в фазу полного кущения и через 2-3 недели.

Урожай убирали сплошным методом с каждой делянки отдельно, используя комбайн «Сампо-500». Определяли массу зерна с каждой делянки в пересчете на 1 га при влажности 14% и 100% чистоты.

Прошедший сельскохозяйственный год был малоблагоприятным для формирования высокого урожая, как озимых, так и яровых культур, и отличался следующими агрометеорологическими особенностями.

Осень предшествующего года характеризовалась экстремально высоким температурным режимом в сентябре – октябре с осадками близкими к норме, местами больше нормы в Правобережных районах области и их дефицитом в Левобережье.

По данным Саратовского ЦГМС в среднем по области температура воздуха в сентябре превысила норму на 3,8<sup>0</sup> С, а в октябре – на 3,6<sup>0</sup> С. Средняя за сентябрь сумма осадков в Правобережье составила 38 мм (100% нормы), за октябрь – 47 мм (118% нормы), а в Левобережье соответственно 14 мм (50% нормы) и 20 мм (59% нормы). Хорошие дожди повсеместно прошли лишь в третьей декаде октября.

В сложившихся агрометеорологических условиях озимые прекратили вегетацию в последних числах октября, что на две недели позже обычных сроков. По результатам осеннего обследования посевов озимые в Правобережных районах ушли в зиму в фазе кущения преимущественно в хорошем состоянии. В Левобережных районах из-за острого дефицита осадков и почвенной засухи на полях озимых наблюдалась повышенная (до 40-50% поля) изреженность и оценка состояния посевов изменялась в основном от плохой до удовлетворительной.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед уходом в зиму изменялись под озимыми в Правобережных районах от 120 до 160 мм, на зяби – от 100 до 153 мм, что превысило норму на 20 – 30%. В Левобережье острый дефицит почвенной влаги, как на озимых, так и на зяби наблюдался в центральных и юго-восточных районах. Так в Озинском и Дергачевском районах метровый слой зяби был иссушен полностью, в Ершовском районе он содержал всего 15 мм продуктивной влаги, в Федоровском районе – 26 мм. На остальной территории Левобережья осенние влагозапасы метрового слоя изменились, в зависимости от количества выпавших осадков, от 46 до 130 мм.

Зимовка озимых культур проходила в условиях преобладания повышенного температурного режима и выпадения обильных осадков. Средняя по области сумма осадков за декабрь составила 63 мм или 158% климатической нормы, при этом в отдельных районах области она превысила норму в 2 – 2,5 раза. В январе в среднем по области выпало 69 мм (230% нормы). Выпавшие осадки способствовали образованию на полях мощного снежного покрова. Уже в конце декабря средняя по области высота снежного покрова составила 37 см, на конец января она составляла 66 см, на конец февраля – 58 см и на конец второй декады марта – 32 см, т.е. мощный снежный покров на полях сохранялся в течение 9 декад. При этом минимальные температуры почвы на глубине узла кущения озимых (3 см) составляли преимущественно  $-0-1^{\circ}$ , а глубина промерзания почвы повсеместно была менее 30-40 см. Сложившиеся условия перезимовки можно оценить, как малоблагоприятные, поскольку они повышали вероятность повреждения растений озимых культур в весенний период от выпревания.

Весна была средней по срокам наступления и отличалась повышенным температурным режимом и дефицитом осадков в апреле и мае. Сумма осадков в апреле составила в среднем по области 25 мм (93% нормы), в мае – 35 мм (92% нормы). В Саратове за апрель выпало 18 мм (58% нормы), за май – 39% (80% нормы).

Возобновление весенней вегетации озимых произошло в сроки близкие к средним многолетним. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы весной как под озимыми, так и на зяби повсеместно были близкими к средним многолетним значениям. В Правобережье под озимыми они изменялись от 150 до 165 мм и от 90 до 140 мм соответственно.

Лето характеризовалось повышенным температурным режимом с острым дефицитом осадков в июне, неустойчивым температурным режимом с осадками близкими к норме в июле и преобладанием пониженного температурного режима с осадками выше нормы в Правобережье и острым их дефицитом в Левобережье в августе.

В июне средняя по области температура воздуха превысила норму на  $3,4^{\circ}$  С, а сумма осадков составила всего 7 мм (17% нормы). В июне аномалия

среднемесячной температуры воздуха составила  $-0,4^{\circ}\text{C}$ , а сумма осадков – 48 мм (107% нормы). В августе среднемесячная температура воздуха была на  $0,8^{\circ}$  ниже нормы. Сумма осадков в Правобережье равнялась 72 мм (147% нормы), а в Левобережье - 15 мм (50% нормы).

В целом за основной период вегетации зерновых культур (май-июль) средняя по области сумма осадков составила 90 мм или 72% климатической нормы, в Саратове – 106 мм (76% нормы). Гидротермический коэффициент за май-июль в среднем по Правобережью составил 0,6, в Саратове – 0,6, что соответствует среднезасушливым условиям, в Левобережье ГТК за этот период оказался равным 0,5, что соответствует сильнозасушливым условиям. В условиях острого дефицита осадков в июне гидротермический коэффициент за май-июнь оказался равным 0,4, что соответствует сильнозасушливым условиям.

В наших исследованиях предпосевная обработка семян микроудобрениями (Нанокремний 0,3 кг/т) обеспечила более высокую полевую всхожесть возделываемых культур, так на яровой пшенице Воевода она составила 242 шт./м<sup>2</sup>, на контроле без обработки – 234 шт./м<sup>2</sup>, семена прорастали раньше и давали более дружные всходы. Более интенсивно формировалась корневая система. От фазы всходов до кущения наблюдалось опережение в фазах развития. Благодаря воздействию на культуру в самые ранние фазы сформировалась более мощная корневая система и культура получала больше влаги и питательных веществ, что способствовало более быстрому прохождению наиболее критических фаз развития. Это послужило основой увеличения устойчивости культуры к различным неблагоприятным факторам.

На озимой пшенице Жемчужина Поволжья, Калач, Саратовская 17, Анастасия при протравливании семян и двукратной обработке по вегетации (первая в фазу кущения весной, вторая через 2-3 недели после первой) на разных основных способах обработки почвы получены различные прибавки урожая, от 0,25 до 0,53 т/га. Наиболее отзывчивым на этот препарат показал сорт Анастасия, менее отзывчивым сорт Калач 60.

Основная обработка почвы также оказывала определенное влияние на урожайность культуры. Так с уменьшением глубины основной обработки почвы урожайность незначительно, но снижается и особенно с глубины обработки 14 – 16 см и ниже. Максимальная прибавка от Нанокремния получена на фоне лемешного лущения на глубину 14 – 16 см. Так максимальное увеличение урожайности отмечается на этом фоне на сорте Анастасия – 0,53 т/га (20,1%) и на сорте Саратовская 17 – 0,43 т/га (17,2%). Минимальная на сорте Калач 60 – 0,30 т/га (11,6%).

Таблица 1

Влияние обработок препаратом Нанокремний на урожайность озимой пшеницы на посевах НИИСХ Юго-Востока в 2019 году.

Сорт	Способы основной обработки почвы	Нормы внесения нанокремний 0,3кг/т, 0,1кг/га, 0,1 кг/га	Урожайность т/га		Прибавка урожая	
			контроль	вариант	т/га	%
Жемчужина		Обработка семян+	3,00	3,38	0,38	12,7

Поволжья	Вспашка на 28-30 см без удобр.	2 обработки по вегетации				
Калач 60			2,80	3,10	0,30	10,7
Саратовская 17			2,75	3,10	0,35	12,7
Анастасия			2,90	3,30	0,40	13,8
Жемчужина Поволжья	Вспашка на 20-22 см без удобр.	Обработка семян + 2 обработки по вегетации	2,92	3,22	0,30	10,3
Калач 60			2,77	3,02	0,25	9,0
Саратовская 17			2,78	3,07	0,29	10,4
Анастасия			2,84	3,20	0,36	12,7
Жемчужина Поволжья	Лемешное лушение на 14-16 см без удобр.	Обработка семян + 2 обработки по вегетации	2,76	3,14	0,38	13,8
Калач 60			2,58	2,88	0,30	11,6
Саратовская 17			2,50	2,93	0,43	17,2
Анастасия			2,4	3,17	0,53	20,1
Жемчужина Поволжья	Дискование на 8-10 см без удобр.	Обработка семян + 2 обработки по вегетации	2,68	3,03	0,35	13,0
Калач 60			2,49	2,71	0,22	8,8
Саратовская 17			2,40	2,78	0,38	15,3
Анастасия			2,75	3,10	0,35	12,7

В другом опыте, заложенном в Энгельском районе, отзывчивость озимой пшеницы на Нанокремний составила 0,58% т/га (17,7%).

Таблица 2

Влияние биопрепарата «Нанокремний» на урожайность озимой пшеницы в Энгельском районе Саратовской области в 2019 году

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	3,28	-	-
Нанокремний	3,86	0,58	17,7

На яровой пшенице при протравливании семян и двух обработках по вегетации прибавка урожая на фоне основной обработки почвы на 28 – 30 см, 20 – 22 см и 14 – 16 см была практически одинаковой - 0,2; 0,2 и 0,19 т/га, на фоне дискования на 8 – 10 см она несколько снизилась – 0,16 т/га (17,6%).

Таблица 3

Влияние биопрепарата Нанокремний на урожайность яровой пшеницы Воевода на посевах НИИСХ Юго-Востока в 2019 году.

Способы основной обработки почвы	Нормы внесения нанокремний 0,3л/т, 0,1л/га, 0,1 л/га	Урожайность т/га		Прибавка урожая	
		контроль	вариант	ц/га	%
Вспашка на 28-30 см без удобр.	Обработка семян + 2 обработки по вегетации	0,95	1,15	0,2	21,0
Вспашка на 20-22	Обработка семян + 2	0,95	1,15	0,2	21,0

см без удобр.	обработки по вегетации				
Лемешное лушение на 14-16 см без удобр.	Обработка семян + 2 обработки по вегетации	0,90	1,09	0,19	21,1
Дискование на 8-10 см без удобр.	Обработка семян + 2 обработки по вегетации	9,1	10,7	1,6	17,6

На посевах проса Саратовское 12прибавка от микроудобрения Нанокремний составила 0,51 т/га (19,7 %) по отношению к контролю( без применения препарата) табл. 4

Таблица 4

Влияние биопрепарата «Нанокремний»на урожайность проса в 2019 году

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	2,59	-	-
Нанокремний	3,10	0,51	19,7

На посевах ячменя Беркут применение Нанокремния способствовало увеличению урожайности на 0,22 т/га (19,3 %), табл.5

Таблица 5

Влияние биопрепарата «Нанокремний»на урожайность ячменя в 2019 году

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	1,14	-	-
Нанокремний	1,36	0,22	19,3

Использование препарата на нутеКраснокутский 36 увеличило урожайность на 0,2 т/га (19,4 %).

Таблица 6

Влияние биопрепарата «Нанокремний»на урожайность нута в 2019 году

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	1,03	-	-
Нанокремний	1,23	0,2	19,4

На посевах расторопши Амулет прибавка урожая от обработки семян и двукратного внесения по вегетации Нанокремния составила 0,24 т/га (19,5 %).

Таблица 7

Влияние биопрепарата «Нанокремний» на урожайность расторопши в 2019 году

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	1,23	-	-
Нанокремний	1,47	0,24	19,5

Прибавка урожая овса Скаун от микроудобрения Нанокремний составила 0,30 т/га ( 16,5%).

Таблица 8

Влияние биопрепарата «Нанокремний» на урожайность овса в 2019 году

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	1,82	-	-
Нанокремний	2,12	0,30	16,5

На посевах льна Рашель дополнительно собрано 0,20 т/га семян от использования Нанокремния .

Таблица 9

Влияние биопрепарата «Нанокремний» на урожайность лен в 2019 году

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	0,84	-	-
Нанокремний	1,04	0,20	23,8

На посевах сафлора Ершовский 4 прибавка урожая от применения препарата Нанокремний составила 0,26 т/га (21,3%).

Таблица 10

Влияние биопрепарата «Нанокремний» на урожайность сафлора в 2019 году

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%

Контроль	1,22	-	-
Нанокремний	1,48	0,26	21,3

При применении биопрепарата Нанокремний на посевах чины Мраморная урожайность увеличилась на 0,32 т/га (15,8%).

Таблица 11

Влияние биопрепарата «Нанокремний» на урожайность чины в 2019 году

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	2,02	-	-
Нанокремний	1,70	0,32	15,8

Выводы.

Результаты наших опытов показывают, что на возделываемых культурах (озимая пшеница, яровая пшеница, овес и др.) эффективна система, состоящая из двух компонентов: обработка семян микроудобрением Нанокремний 0,3 кг/т и внесение в кущение этого же препарата в дозе 0,1 кг/га, а также при необходимости повторного опрыскивания этой же дозой.

Кремнийсодержащий препарат не только способствовал увеличению урожайности, но и улучшал качество продукции. Увеличилось содержание белка в зерне озимой и яровой пшениц на 0,5 – 0,9% и количество клейковины на 2,9 – 3,8%.