



Роль кремния при выращивании картофеля

Пэлий Александр Федорович

Центр инноваций АО «Апатит»
Группа компаний «ФосАгро»



Стресс у растений

- Полная гибель культуры;
- Прекращение роста;
- Снижение производительности;
- Преждевременное старение;
- Пониженное водопотребление;
- Снижение интенсивности фотосинтеза;
- Изменение транспирации;
- Снижение усвоения азота;
- Метаболическая токсичность;
- Изменение экспрессии генов;
- Дезорганизация мембранных систем;
- Изменения в синтезе белков.



- Полная гибель культуры;
- Прекращение роста;
- Снижение производительности;
- Снижение качества урожая;
- Потеря иммунитета;
- Потеря стрессоустойчивости.

Источники кремния



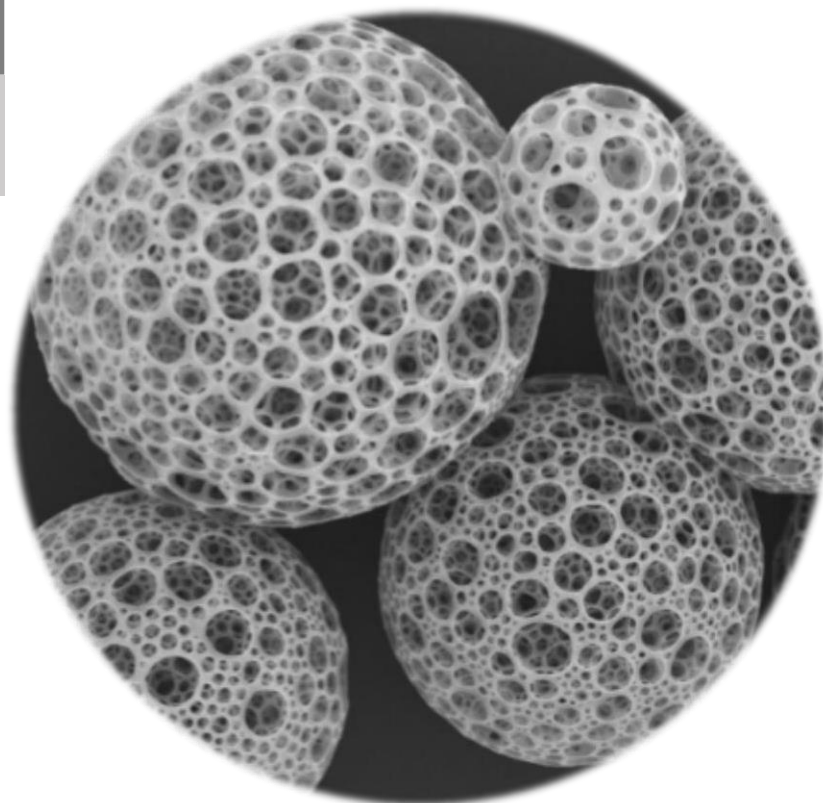
силикаты

Обширная группа минералов

диатомит

Рыхлые или
сцементированные
кремнистые отложения

цеолит



H_2SiO_3

Кремниевая кислота

шлаки

нанокремний

Нагревание твердого SiO
до 800—1200°C



Адаптоген, стимулятор роста растений, индуктор естественного иммунитета на основе аморфного диоксида кремния для предпосевной обработки семян и некорневых подкормок широкого спектра сельскохозяйственных культур на всех типах почв.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ

УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ

БЕЗОПАСНОСТЬ



APASIL® - эффекты





Состав и механизмы действия

Молекулярный

- Регулирование аквапоринов.
- Изменение сигнальных путей.
- Усиление синтеза ДНК, РНК и белков.
- Стимуляция синтеза фитогормонов.

Биохимический

- Активация антиоксидантных систем.
- Активация неферментативных антиоксидантов.
- Снятие окислительного стресса.
- Стимуляция деятельности митохондрий.

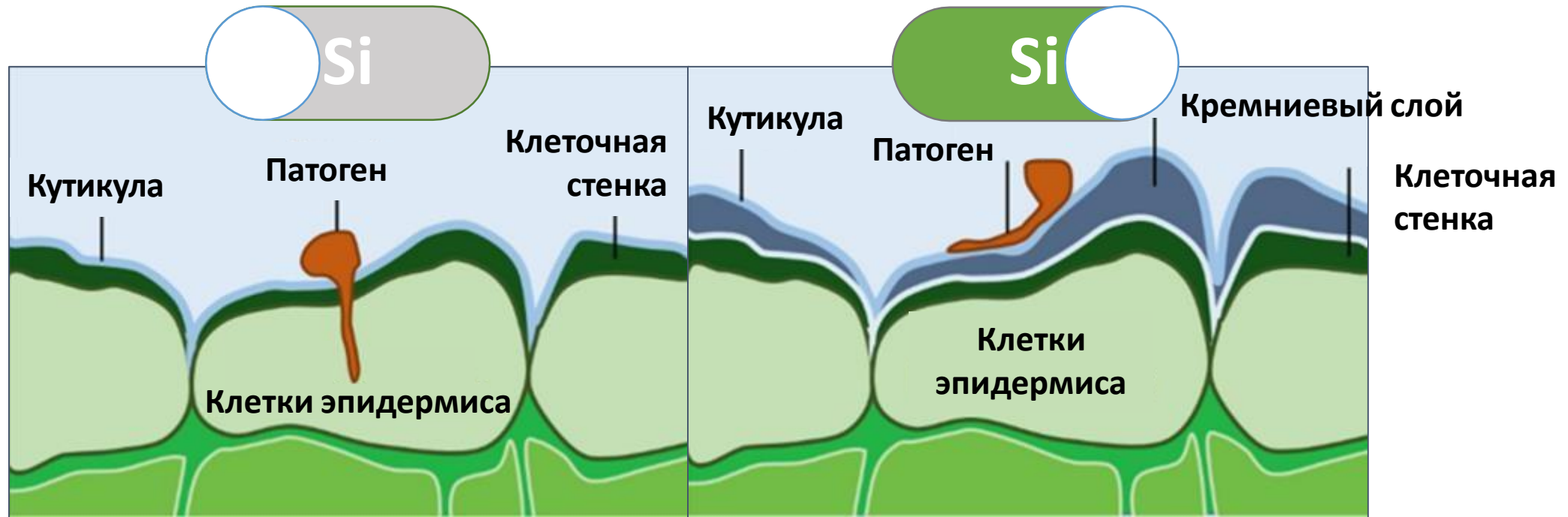
Наименование показателя	Значение
Массовая доля диоксида кремния (SiO ₂), %, не менее	31,5

Физиологический

- Улучшение осмотической адаптации.
- Увеличение скорости фотосинтеза.
- Увеличение водного потенциала.
- Повышение гидравлической проводимости.
- Изменение транспирации.
- Укрепление мембран и клеточных стенок.

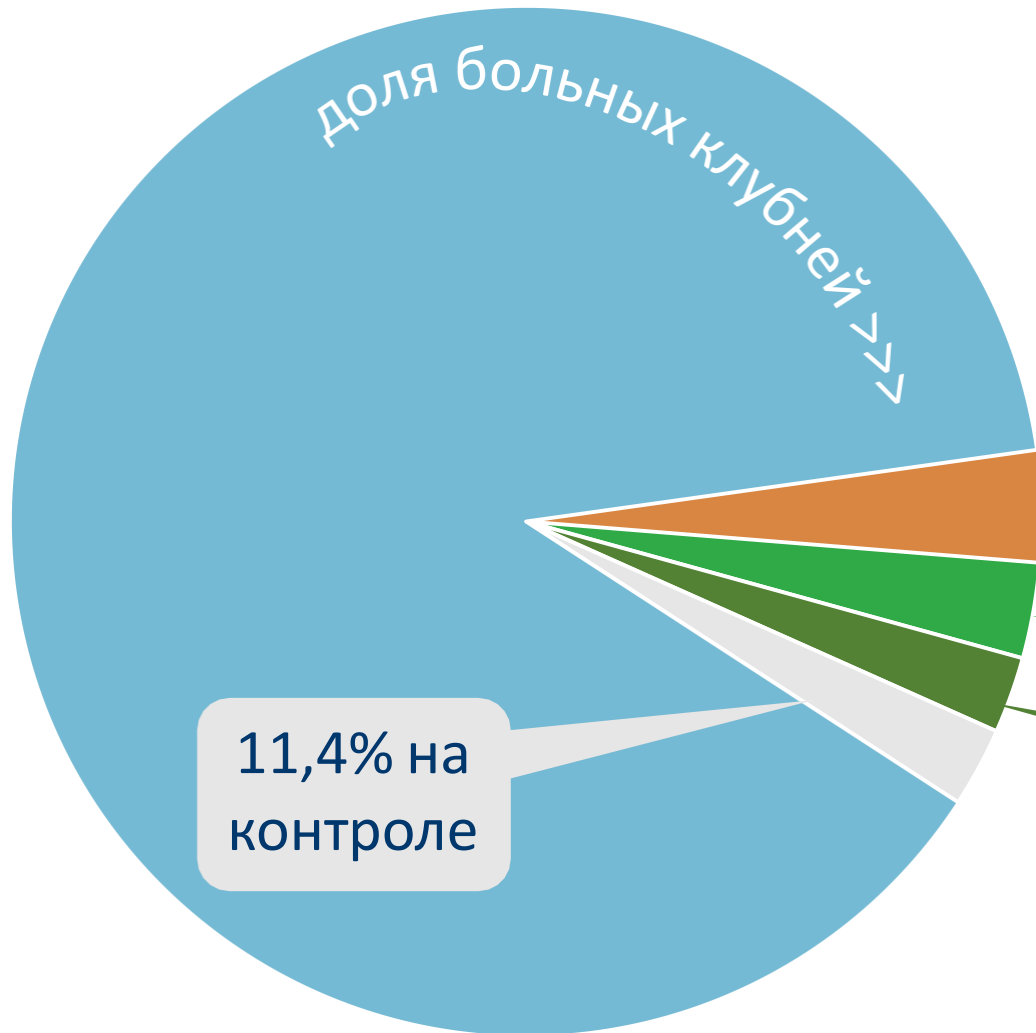


Влияние кремния на листовую поверхность



Sun, W., Zhang, J., Fan, Q., Xue, G., Li, Z., and Liang, Y. (2010). Silicon-enhanced resistance to rice blast is attributed to silicon-mediated defence resistance and its role as physical barrier. *Eur. J. Plant Pathol.* 128, 39–49. doi: 10.1007/s10658-010-9625-x

Влияние кремниевых препаратов на хранение клубней



Обработка клубней осенью 0,3%-ным раствором кремнийсодержащего препарата снижает количество больных клубней после перезимовки

2,5% — совместное применение кремния и фунгицида (д.в. манкоцеб + металаксил)

4,9% при применении только фунгицида (д.в. манкоцеб + металаксил)

7,9% при применении только кремнийсодержащего препарата



Влияние кремния на развитие листовой поверхности картофеля



Поверхность листа картофеля (*Solanum tuberosum*), цветная сканирующая электронная микрофотография (SEM).

Поверхность листа картофеля покрыта похожими на волосы наростами, называемыми **трихомами**.

Длинные колючие трихомы защищают растение от хищников и потери воды в результате испарения. **Округлые трихомы** выделяют масла, которые раздражают хищных насекомых.

Трихомы минерализованы — пропитаны кремнезёмом и кальцием.

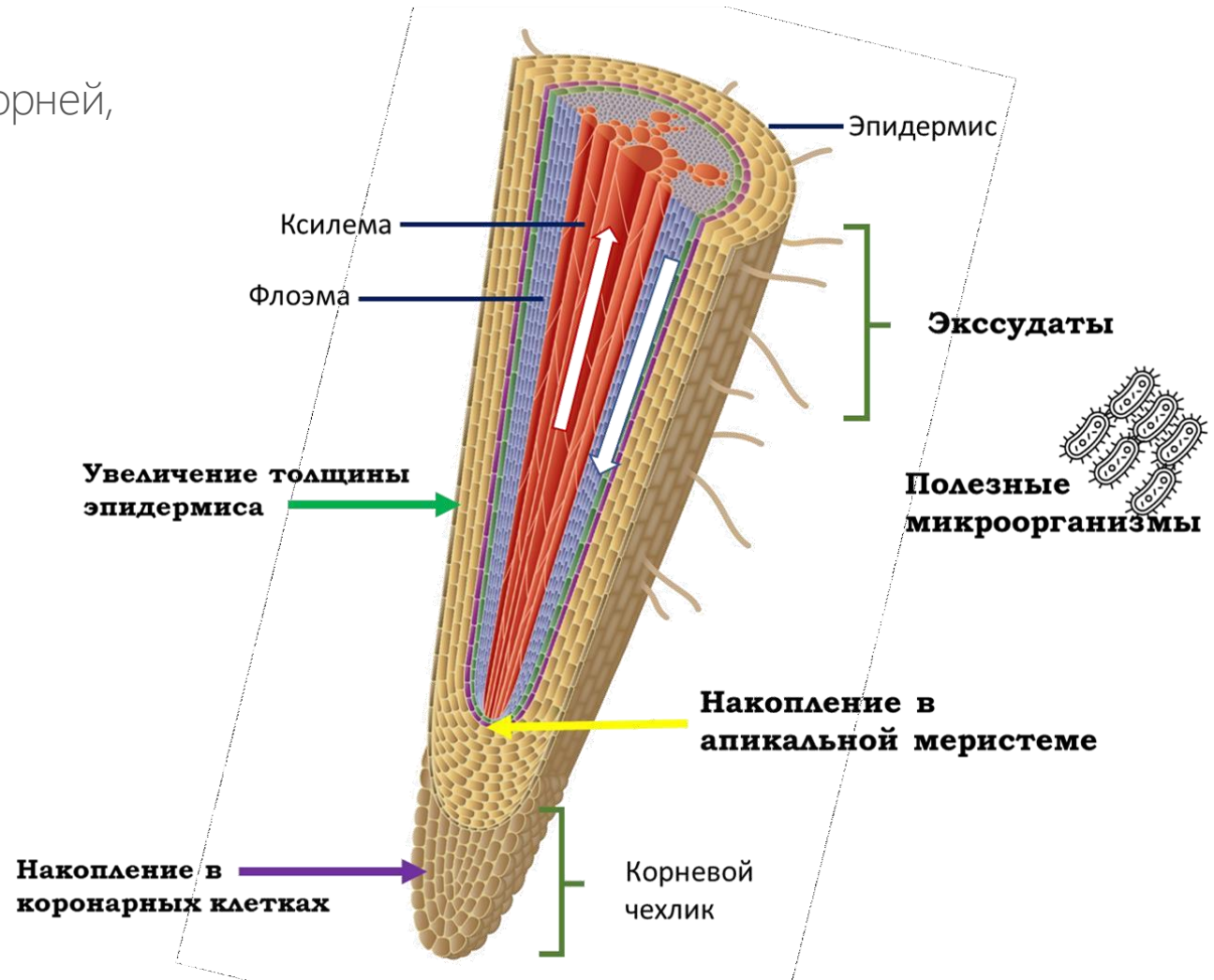


Накопления кремния в корнях растений

Применение кремния на картофеле способствует: увеличению биомассы корней, их объема, а также общей и рабочей поглощающей поверхности.



Самарская область,
ООО «Паслен агро», сорт
Королева Анна
27.06.2023



Республика Татарстан, опытное поле Казанского ГАУ, картофель, сорт - Королева Анна, 6 июля 2023 г.



Контроль

Вариант ФосАгро с АпаСил

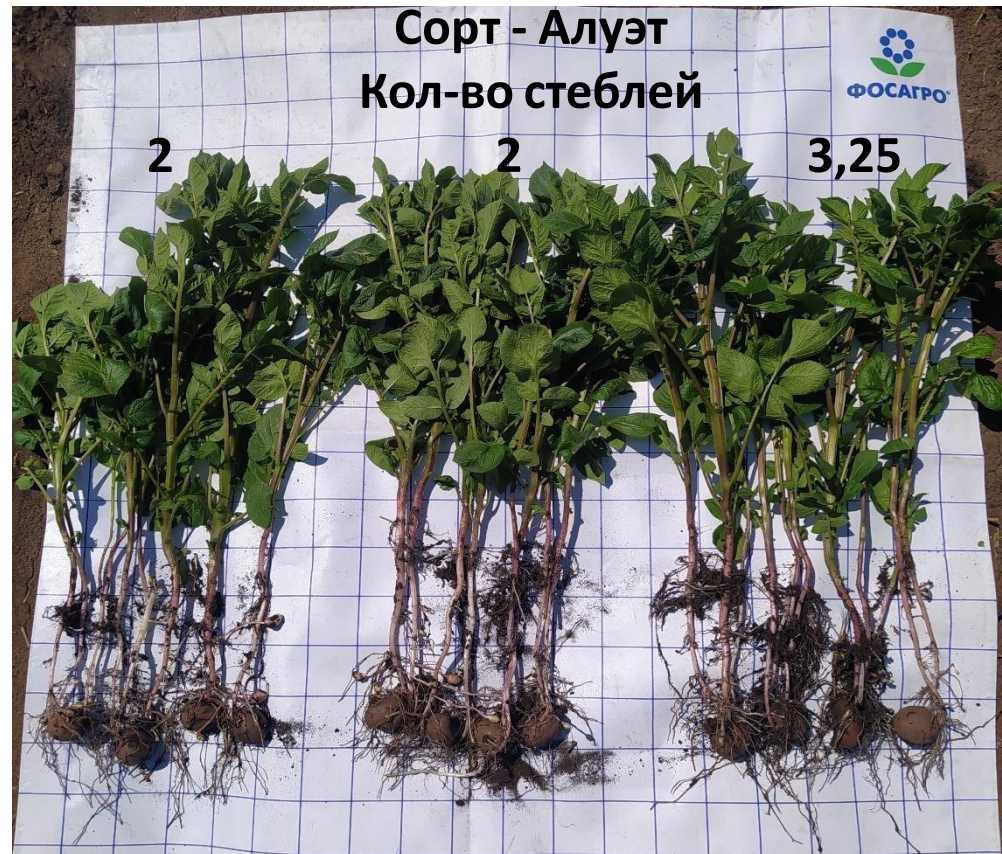


Контроль

ФосАгро

Обработка картофеля препаратом АпаСил по вегетации в норме 400 г/га при высоте растений 10-15 см + в фазу бутонизация.
На момент осмотра количество стеблей на одно растение в контрольном варианте составило - 2,5 стебля, в варианте ФосАгро - 4,5.
Помимо этого, в варианте ФосАгро происходил процесс образования новых клубеньков из столонов, на контрольном варианте данный процесс был остановлен температурным режимом 25-27 °С.

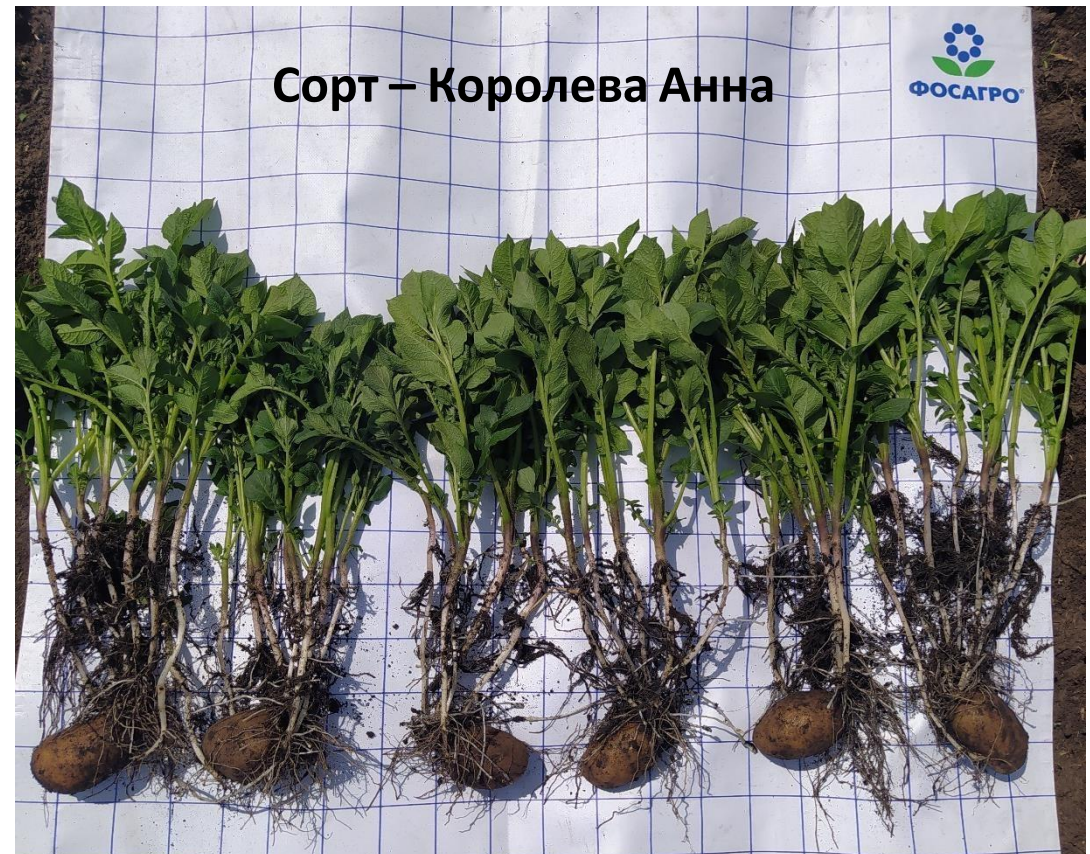
ООО «Паслен Агро», Самарская область, 27 июня 2023



Контроль

Обработка клубней
АпаСил в норме 100
г/т при посадке

Обработка клубней
АпаСил в норме 100 г/т
при посадке + 400 г/га
при высоте растений 10-
15 см + в бутонизацию



Контроль

Обработка клубней
АпаСил в норме 100
г/т при посадке

Обработка клубней
АпаСил в норме 100 г/т
при посадке + 400 г/га
при высоте растений 10-
15 см + в бутонизацию

ООО «Скорпион», Самарская область, 28 июня 2023



Обработка клубней АпаСил в
норме 100 г/т при посадке +
400 г/га при высоте растений
10-15 см + в бутонизацию

Контроль



ФосАгро



Контроль



КХ «Земляки», Республика Татарстан, 21 июня 2023



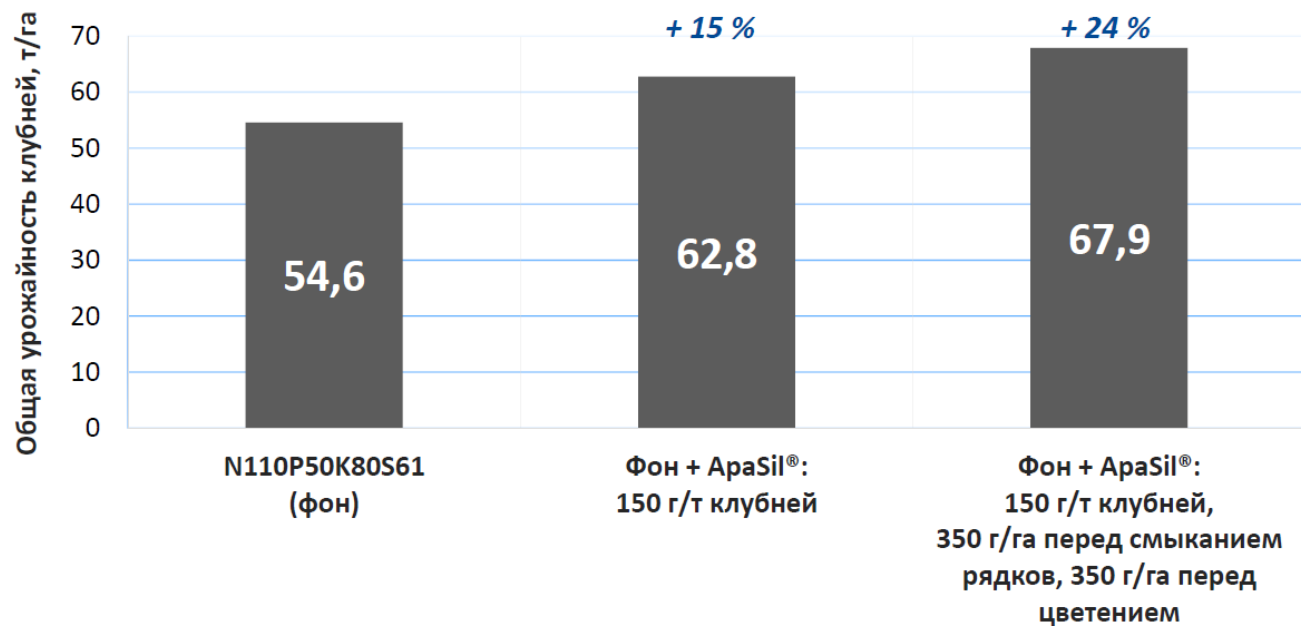
Вариант ФосАгро с АпаСил
21 июня



Вариант ФосАгро с АпаСил
5 июля

В конце мая - начале июня в Республике Татарстан температурный режим в ночное время был отрицательным и достигал -5°C . Обработка растений кремнийсодержащим агрохимикатом АпаСил способствовала более быстрой адаптации растений к данному неблагоприятному фактору окружающей среды и интенсивному росту, что в дальнейшем привело к более быстрому нарастанию надземной и корневой части растений.

Польша, Лодзинское воеводство, опытная станция, 2021



№	Вариант опыта	Урожайность товарных клубней, т/га	Стоимость урожая, евро/га	Прирост валовой выручки относительно варианта 1, евро/га
1	N ₁₁₀ P ₅₀ K ₈₀ S ₆₁	52,9	6 983	-
2	+ AraSil®: 150 г/т клубней	60,9	8 039	1 056
3	+ AraSil®: 150 г/т клубней 350 г/га перед смыканием рядков 350 г/га перед цветением	66,0	8 712	1 729

Стоимость клубней – 132 евро/т.

Московская область, ФИЦ картофеля им. Лорха

Схема опыта с АпаСил на картофеле



№	Вариант опыта	Доза SiO ₂ , г/га	
		2019	2020
1	Контроль (без удобрений)	-	-
2	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ – фон	-	-
3	Фон + АпаСил 100 г/га	48	27
4	Фон + АпаСил 200 г/га	96	54
5	Фон + АпаСил 400 г/га	192	108
6	Фон + АпаСил 600 г/га	288	162
7	Фон + АпаСил 800 г/га	384	216
8	Фон + АпаСил 1000 г/га	480	270

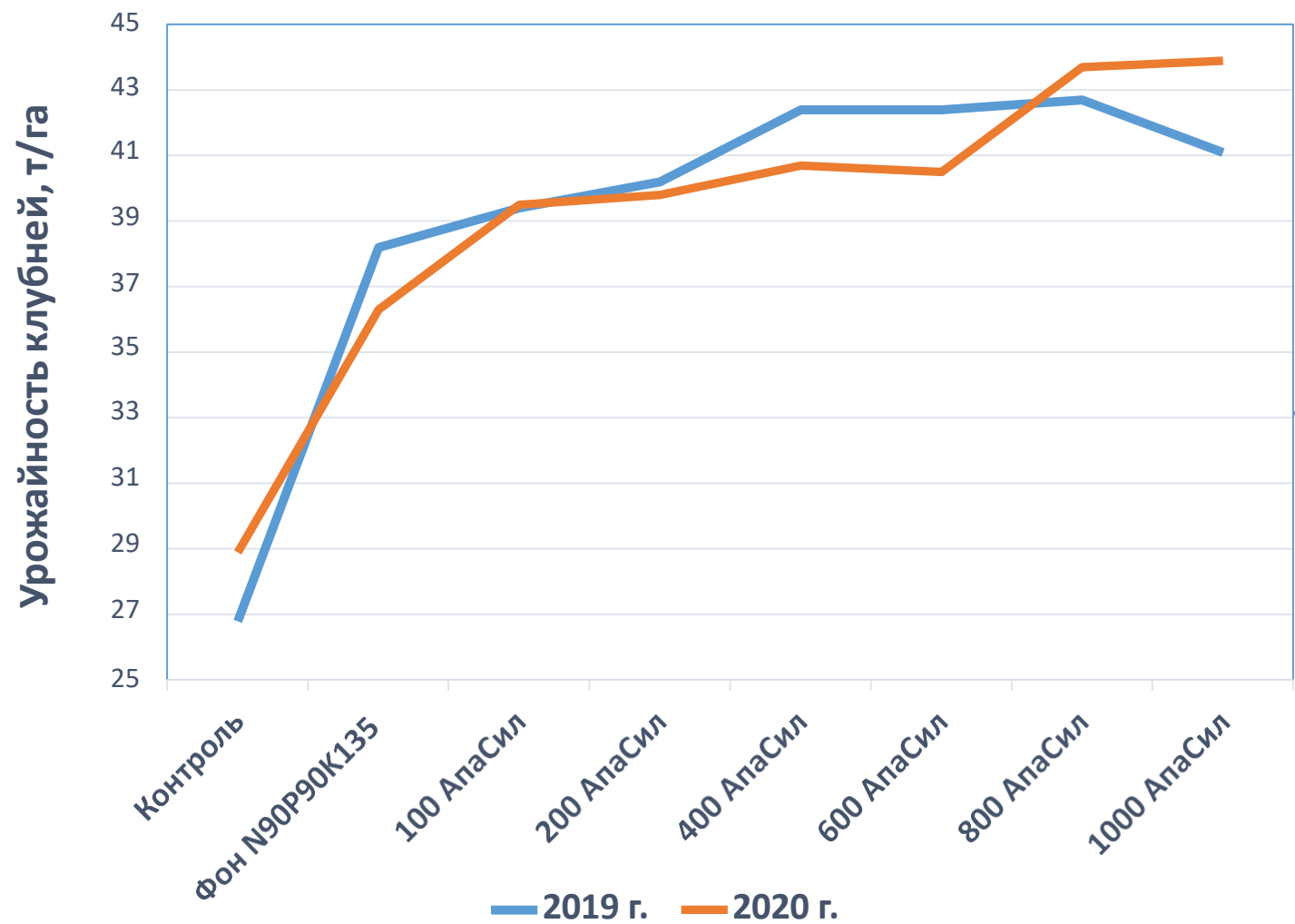


Опрыскивание растений проводилось в фазу бутонизации – начала цветения (расход рабочего раствора – 300 л/га)

ФИЦ картофеля (Экспериментальная база, Московская обл.)

Московская область, ФИЦ картофеля им. Лорха

Общая урожайность в зависимости от доз внесения АпаСил





Сбор питательно ценных компонентов картофеля в 2019 –2020 гг.

№	Вариант опыта	Урожайность клубней > 30 мм, т/га		Сбор сухого вещества, т/га		Сбор крахмала, т/га		Сбор витамина С, кг/га	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
1	Без удобрений	26,8	28,9	7,1	8,3	5,6	6,7	5,3	6,5
2	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ – фон	38,2	36,3	9,4	9,6	7,2	7,6	6,9	6,3
3	Фон + 100 г/га АпаСил	39,4	39,5	10,0	10,4	7,7	8,1	7,6	7,5
4	Фон + 200 г/га АпаСил	40,2	39,8	9,8	10,6	7,4	8,2	8,2	8,0
5	Фон + 400 г/га АпаСил	42,4	40,7	10,7	10,5	8,2	8,1	7,9	8,1
6	Фон + 600 г/га АпаСил	42,4	40,5	10,3	10,3	7,8	8,1	7,7	7,7
7	Фон + 800 г/га АпаСил	42,7	43,7	11,1	11,1	8,6	8,6	7,9	8,2
8	Фон + 1000 г/га АпаСил	41,1	43,9	10,6	11,1	8,3	8,7	7,7	8,3
НСР₀₅		1,3	-	0,5	-	0,2	-	0,5	-

ФИЦ картофеля (Экспериментальная база, Московская обл.)

Экономическая эффективность применения АпаСил на картофеле в 2019 и 2020 гг.



№	Вариант опыта	Урожайность клубней более 30 мм, т/га		Стоимость урожая, руб./га		Прирост валовой выручки к Варианту 2, руб./га	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020
1	Контроль (без удобрений)	26,8	28,9	804 000	1 011 500	-	-
2	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ – фон	38,2	36,3	1 146 000	1 270 500	-	-
3	Фон + 100 г/га АпаСил	39,4	39,5	1 182 000	1 382 500	36 000	112 000
4	Фон + 200 г/га АпаСил	40,2	39,8	1 206 000	1 393 000	60 000	122 500
5	Фон + 400 г/га АпаСил	42,4	40,7	1 272 000	1 424 500	126 000	154 000
6	Фон + 600 г/га АпаСил	42,4	40,5	1 272 000	1 417 500	126 000	147 000
7	Фон + 800 г/га АпаСил	42,7	43,7	1 281 000	1 529 500	135 000	259 000
8	Фон + 1000 г/га АпаСил	41,1	43,9	1 233 000	1 536 500	87 000	266 000

Примечание: стоимость семенного картофеля:
2019 г. – 30 тыс. руб./т; 2020 г. – 35 тыс. руб./т.

ФИЦ картофеля (Экспериментальная база, Московская обл.)



Применение АраСил® на картофеле

Калужская область, ООО «Агротун», 2021 год.
Внесение АпаСил в норме 400 г/га в фазу бутанизация.
Площадь производственной делянки – 1,5 га.



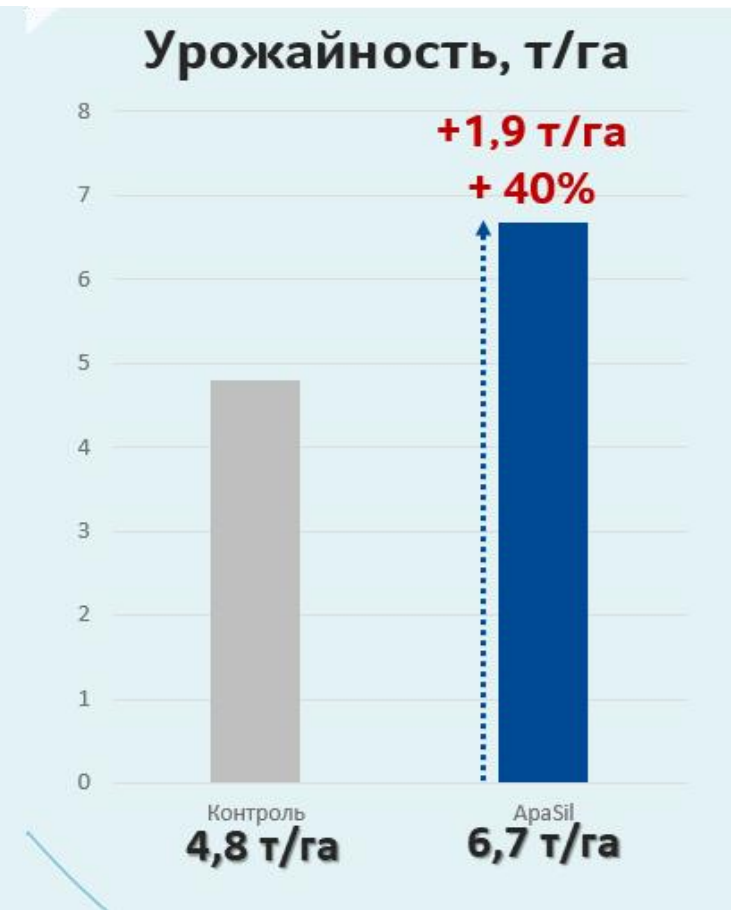
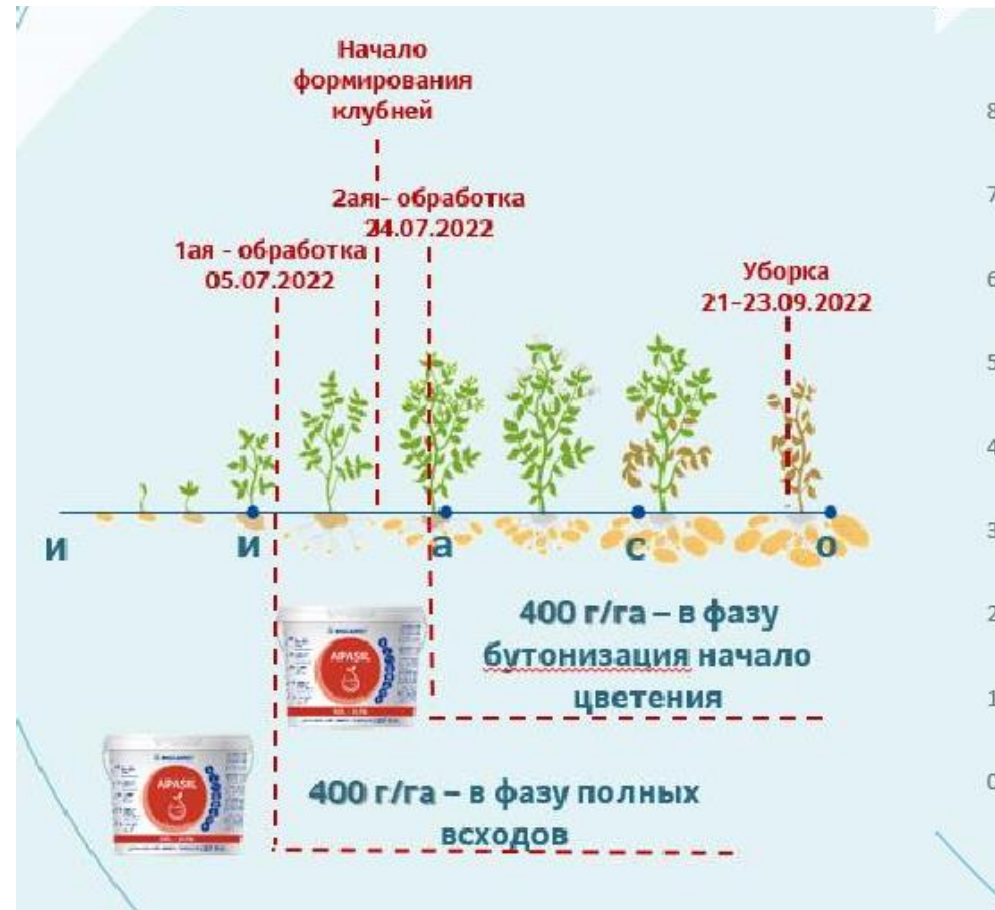
№ п/п	Вариант	Валовой (общий) урожай, т/га	Продовольственная фракция (крупная)		Прибавка от применения кремния		Дополнительная прибыль от внесения кремния, руб/га
			%	т/га	%	т/га	
1.	Контроль	33,79	84,1	28,49	7,4	2,03	40 600
2.	Апасил	34,01	81,2	27,62			
3.	Контроль	33,38	79,4	26,51			
4.	Апасил	37,35	84,2	31,44			

Расчет произведен при цене реализации крупной фракции картофеля - 20 руб/кг.



Картофель, Пермский край, Частинский район, 2022

- 3-х кратная повторность в производственном опыте. Размер делянки 1,5 – 2,5 га.
- При формировании и интенсивном росте клубней в период с июля-август выпало 49 мм осадков, при среднемноголетних значениях 156 мм. Помимо этого, температурный режим на 1,8 – 3,3 °C выше многолетних значений.





Спасибо за внимание!