Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Ульяновский государственный аграрный университет
имени П.А. Столыпина

ООО УРАЛЬСКАЯ ДИАТОМИТОВАЯ КОМПАНИЯ

Эффективность кремнийсодержащих материалов при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях Среднего Поволжья



Куликова А.Х. - доктор с.х. наук, профессор
Яшин Е.А. - кандидат с.х. наук, доцент
Волкова Е.С. - аспирант
Смирнов П.П. - аспирант

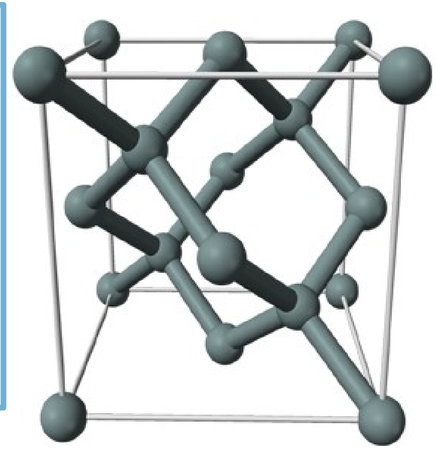
«Кремний вырисовывается в мироздании как элемент, обладающий исключительным значением»

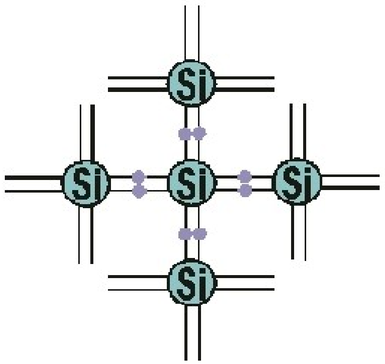
В.Н. Вернадский



«Насколько вода является уникальной жидкостью, настолько и аморфный кремнезем уникален как твердое вещество. Они во многом схожи»

Р.Айлер





Роль кремния в системе «почва-растение»

кремниевые вещества являются базовыми компонентами почвенного тела (среднее содержание Si в почвах 33 %), составляя его физическую основу

кремниевые соединения оказывают комплексное положительное действие на свойства почвы: физические (строение пахотного слоя, структурное состояние, плотность), биологические (деятельность почвообитающих микроорганизмов, ферментативная активность), химические (содержание элементов питания в доступной форме)

кремний один из основных макроэлементов, необходимых растениям и являющийся при дефиците в почвах его подвижных соединений, лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур элементом

кремний определяет иммунную систему растений и защиту посевов в любых стрессовых ситуациях (фитопатогенные организмы, загрязнение тяжелыми металлами и остаточными количествами пестицидов, высокие и низкие температуры, засоленность и т. д.)



Кремнистые породы

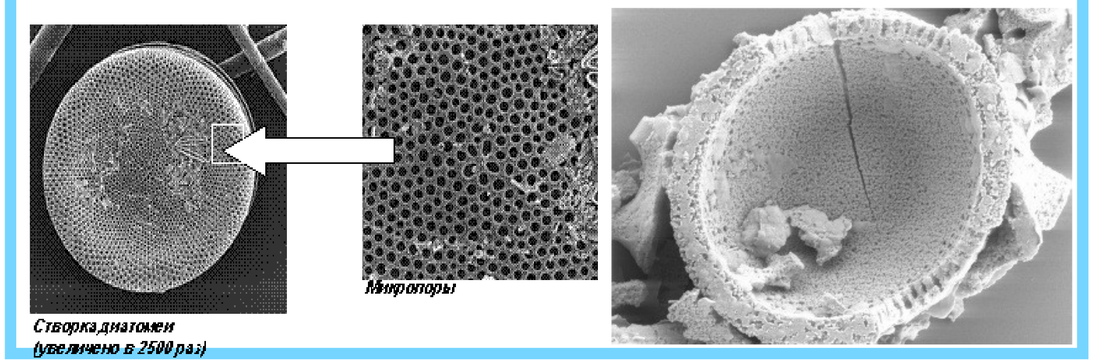
Диатомиты

Диатомиты (кизельгур, инфузорная земля) — уникальная порода осадочного биогенного генеза, образованная из остатков скелетов диатомовых водорослей (Diatomeae).

Панцири диатомей представляют из себя полые внутри микроскопические тельца, которые обеспечивают породе очень высокую дисперсность (пористость до 80 % и более) и удельную емкость, ионообменную способность и каталитическую активность.

В России на баланс добычи диатомовых пород поставлено более 30-и месторождений с ориентировочными запасами более 50 млрд. м^3. В нашей стране среди прочих Ульяновская область считается одной из наиболее богатых месторождениями диатомитов, опок и трепелов с общими запасами более 80 млн. м^3.





Кремнистые породы

Цеолиты

Цеолиты - полиминеральная пористая порода, представляющая собой сложный комплекс каркасных полигидратированных алюмосиликатов.Отличительной особенностью цеолитов является их строение, пронизанное каналами и полостями, связанными между собой и окружающей средой, в которых определенным образом находятся ионы K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Ba^{2+}, а также H_2O, обладающими свободой движения.

Благодаря данным особенностям цеолиты обладают высокой адсорбционной, ионообменной способностями и каталитической активностью, а также обратимой дегидратацией. Отмеченные особенности цеолита придают ему свойство «молекулярных сит».

Цеолиты чрезвычайно широко распространены, в мире известно около 1000 месторождений. Основные разведанные запасы природных цеолитовых пород находятся в Европе, России, Японии и США. В России выявлено около 120 месторождений цеолитовых пород, из них наиболее крупные — Алатырское Чувашской республики (1860 тыс.м^3) и Хотынецкое Орловской области в 56,5 млн^3.



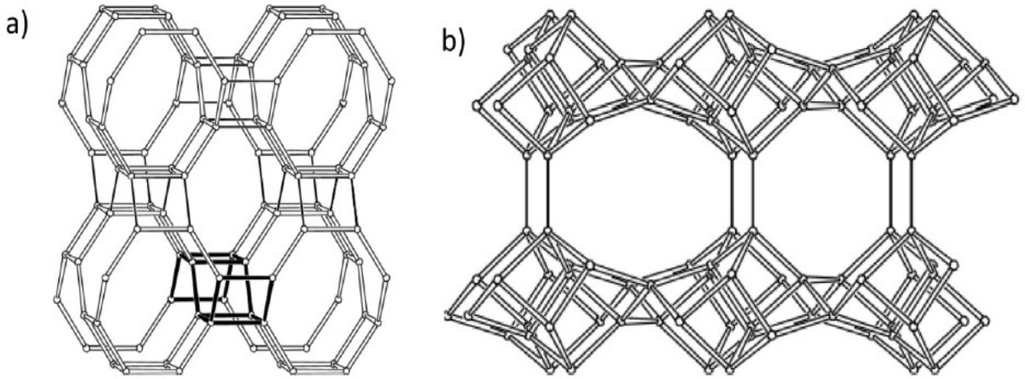


Fig. 1. Structure of analyzed zeolite materials: a) NaP1 (synthetic zeolite), b) clinoptilolite (natural zeolite) [57].

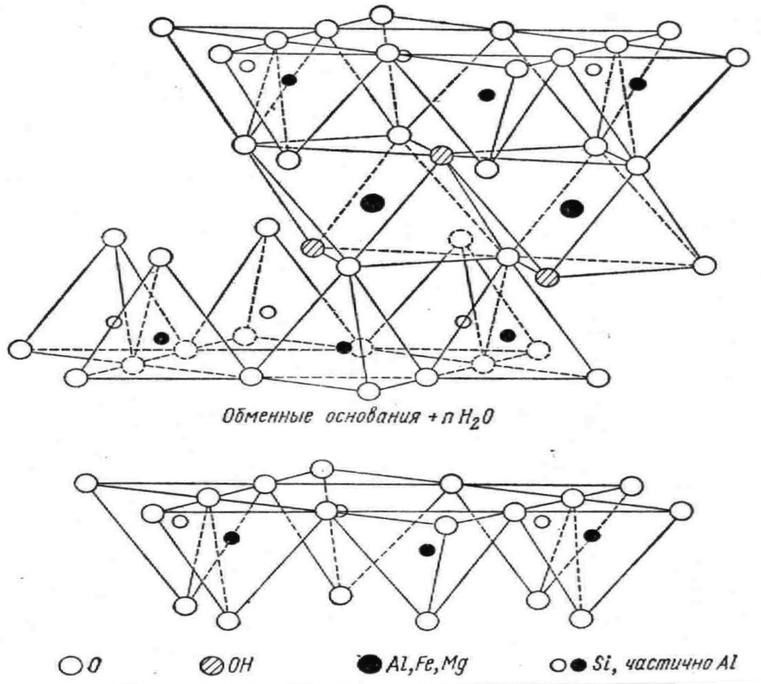
Кремнистые породы

Бентониты

Бентониты (бентонитовая глина) — полиминеральная глинистая порода осадочного происхождения, состоящая в основном из полигидратированных каркасных алюмосиликатов глинистых минералов (монтмориллонит, каолинит, галлуазит, хлорит и др.).

Мировые запасы бентонитов составляют более 10 млрд. тонн, большая часть из которых находится в Китае (45 %), США (15 %) и Турции (7 %). В нашей стране насчитывается около 160 млн. тонн бентонитовых глин. Основные из них расположены в Республике Татарстан (43,8 %), а также в Омской (20 %) и Курганской (13,8 %) областях.





Кремнийсодержащие препараты

Мивал-Агро	кремнийорганический биостимулятор комплексного действия. Состоит из триэтаноламмониевой соли ортокрезоксиуксусной кислоты (760 г/кг) и хлорметилсилатрана (190 г/кг). Кроме кремнийсодержащего соединения мивал в состав препарата входит аналог фитогормонов из группы ауксинов – крезацин, являющийся фитоадаптогеном и фитоантиоксидантом.
Энергия+М	– кремнеауксиновый регулятор роста растений. В состав препарата входит триэтаноламмониевая соль ортокрезоксиуксусной кислоты, являющаяся синтетическим фитогормоном (биогенным амином) и аналогом содержащихся в растениях фитогормонов, а также 1-хлорметилсилатран (силация) – представитель группы химических веществ силатранов, в которых кремний находится в биологически активной форме.
Силаплант	Кремнийсодержащее жидкое удобрение. В состав препарата входят кремний и калий (13–21 мг/л), микроэлементы в легкодоступной для растений хелатной форме (г/л): Fe – 0.44–0.54, Mg – 0.12–0.13, Cu – 0.09– 0.27, Zn – 0.74–0.87, Mn – 0.32–0.37, Mo – 0.06–0.074, Co – 0.020–0.024, B – 0.094–0.112. Кремний, представленный ионной формой, в комплексе с микроэлементами, входящими в состав препарата, повышает морозо- и засухоустойчивость, активность фотосинтеза, способствует усиленному росту корневой системы и листового аппарата. Принимает активное участие в нуклеиновом, белковом и углеводном обменах, в том числе транспорте белков и углеводов.
Кризацин	(три(2-гидроксиэтил) аммоний о-толилоксиацетат) – регулятор роста, в физиологическом смысле является адаптогеном широкого спектра действия растений и животных. Повышает устойчивость организма к длительному воздействию неблагоприятных факторов, в том числе к болезням, способствует усилению биосинтеза белков и нуклеиновых кислот и т.п
ЭкSi	универсал (“Эккор”) – кремниевый препарат нового поколения на основе активного кремния. По своему химическому составу представляет собой раствор концентрированной монокремниевой кислоты. Помимо соединений кремния препарат содержит калий, натрий и гуматы. ЭкSi способствует повышению устойчивости к неблагоприятным условиям и различным стрессам биологического и абиотического характера.

Влияние кремнийсодержащих материалов на урожайность сельскохозяйственных культур

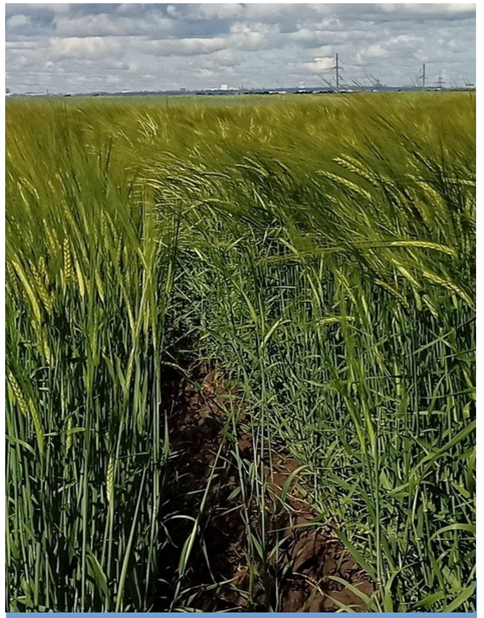
Урожайность яровых зерновых культур в зависимости от применения в технологиях их возделывания диатомита, кремнийсодержащего биопрепарата и минеральных удобрений

Вариант	Яровая пшеница (2014-2016гг.)			Ячмень (2011-2013гг.)		
	т/га	отклонение от контроля, +/-		т/га	отклонение от контроля, +/-	
		т/га	%		т/га	%
Контроль	2,16	-	-	2,41	-	-
Диатомит 40 кг/га (в рядки)	вариант отсутствовал			2,54	+0,13	5
Диатомит 30 кг/га (обработка семян)	2,29	+0,13	6	2,67	+0,26	11
Мивал-Агро* 5 г/т (обработка семян)	2,53	+0,37	17	2,76	+0,35	15
Мивал-Агро 10 кг/га (обработка посевов)	2,36	+0,20	9	вариант отсутствовал		
$N_{40}P_{40}K_{40}$	2,50	+0,34	16	2,91	+0,50	21
$НСР_{05}$	0,13			0,11		



ЯРОВАЯ ПШЕНИЦА

Triticum aestivum



ЯЧМЕНЬ

Hordeum

При посеве яровой пшеницы семенами, обработанными кремнийсодержащим препаратом Мивал-Агро, урожайность её не уступала варианту с применением минеральных удобрений и незначительно уступала при возделывании ячменя. Последнее ещё раз подтверждает уникальную роль кремния в системе «почва-растение»

Урожайность огурца в закрытом грунте в зависимости от субстратов (2005-2007 гг.)

Субстрат	Гибрид F_1 Атлет			Гибрид F_1 Кураж		
	урожайность, кг/м^2	отклонение от контроля, +/-		урожайность, кг/м^2	отклонение от контроля, +/-	
		кг/м^2	%		кг/м^2	%
Торф (верховой) 100 % (контроль)	26,6	-	-	9,1	-	-
Органический грунт (ОГ): торф 40% + опилки 40 % + щепа 20 %	32,9	+6,3	24	12,2	+3,1	34
Керамзит 100 %	28,0	+1,4	5	9,4	+0,3	3
Перлит 100 %	29,4	+2,8	11	10,0	+0,9	10
ОГ 90 % + диатомит 100 %	35,1	+8,5	32	12,8	+3,7	41
$НСР_{05}$	1,1			0,9		



ОГУРЕЦ

Cucumis sativus

Органоминеральный субстрат, состоящий на 90 % из органического грунта и 10 % диатомита по сравнению с использованием распространенных субстратов способствовал созданию более благоприятных условий водно-воздушного и питательных режимов и формированию значительно более высокой урожайности.

Влияние высококремнистых пород (диатомита и опоки) на урожайность корнеплодов сахарной свёклы (2005-2006гг.)

Вариант	Урожайность			Сахаристость, %	Выход сахара	
	т/га	отклонение от контроля, +/-			т/га	отклонение от контроля, +/-
		т/га	%			
Контроль	42,49	-	-	17,2	7,3	-
$N_{60}P_{60}K_{60}$	47,77	+5,28	12	17,5	8,3	+1,0
Диатомит 3 т/га	48,85	+6,36	15	18,5	9,0	+1,7
Опока 3 т/га	46,89	+4,40	10	18,6	8,7	+1,4
Опока 1т/га	45,90	+3,41	8	17,9	8,2	+0,9
$НСР_{05}$	2,16			0,3		

Урожайность сахарной свёклы с применением в технологии возделывания диатомита в дозе 3 т/га превосходит вариант с полной дозой минеральных удобрений, опоки в той же дозе — не уступает. При этом очень значительно увеличивается сбор сахара с одного гектара, что обусловлено высоким содержанием аморфного кремния (42,1 % в диатомите и 62,8 % в опоке). Доказано, что кремний участвует в синтезе углеводов в растительном организме

Влияние диатомита и минеральных удобрений на урожайность корнеплодов сахарной свёклы (2007-2009гг.)

Вариант	Урожайность			Сахаристость, %	Выход сахара	
	т/га	отклонение от контроля, +/-			т/га	отклонение от контроля
		т/га	%			
Контроль	27,6	-	-	18,2	5,0	-
Диатомит 40 кг/га (в рядки)	34,0	+6,4	22	20,6	7,0	+2,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$	37,6	+10,0	36	19,2	7,2	+2,2
Диатомит 40 кг/га + $N_{15}P_{15}K_{15}$	34,6	+7,0	25	21,1	7,3	+2,3
Диатомит 40 кг/га + $N_{30}P_{30}K_{30}$	35,3	+7,7	29	21,2	7,5	+2,5
$НСР_{05}$	0,7					



САХАРНАЯ СВЕКЛА

Beta vulgaris

Применение диатомита для припосевного внесения в рядки в дозе всего 40 кг/га обеспечило повышение урожайности корнеплодов в среднем за 3 года, почти не уступающего варианту с полной дозой минеральных удобрений, а по содержанию сахара – превосходящего. При совместном использовании диатомита с половиной дозой минеральных удобрений сбор сахара с одного гектара увеличился на 2,5 т/га, или на 50 %

Влияние цеолита и удобрения на его основе на урожайность сельскохозяйственных культур, т/га

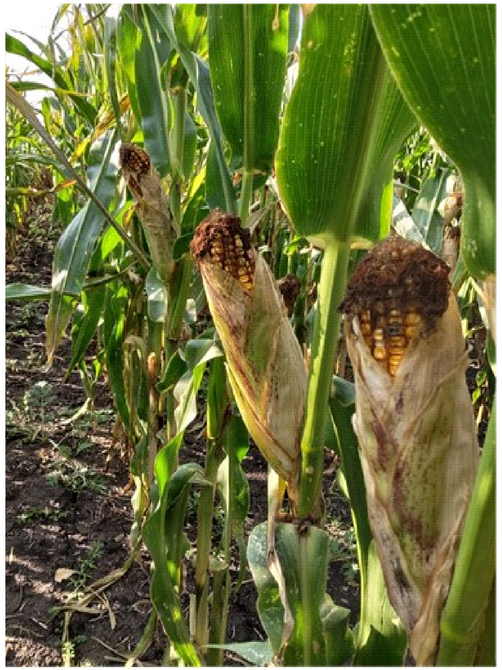
Вариант	Озимая пшеница (2021-2023гг.)	Кукуруза (2020-2022гг.)	Рапс (2021-2023гг.)	Просо (2020-2022гг.)	Соя (2021-2023гг.)
Контроль	4,26	5,18	0,87	2,84	1,32
Цеолит 250 кг/га	4,48	5,36	1,10	3,16	1,45
Цеолит 500 кг/га	4,70	5,96	1,14	3,35	1,53
Цеолит + аминокислоты 250 кг/га	4,98	6,18	1,17	3,58	1,59
Цеолит + аминокислоты 500 кг/га	5,14	6,14	1,19	3,69	1,72
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – под кукурузу $N_{40}P_{40}K_{40}$ – под зерновые	5,21	7,27	1,25	3,78	1,84
$НСР_{05}$	0,34	0,28	0,16	0,16	0,10

Цеолит в условиях Среднего Поволжья является эффективным удобрением зерновых культур. При этом прибавка урожайности зерна озимой пшеницы в зависимости от дозы внесения (250 и 500 кг/га) составила 0,22 и 0,44 т/га, кукурузы 0,18 и 0,78 т/га, рапса 0,23 и 0,27 т/га, проса 0,32 и 0,51 т/га, сои 0,13 и 0,21 т/га. Значительно возросла урожайность культур при обогащении цеолита аминокислотами.

Влияние удобрений на основе кремнистых пород на урожайность сельскохозяйственных культур



ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА
Triticum aestivum



КУКУРУЗА
Zea mays



РАПС
Brassica napus



ПРОСО
Panicum miliacum



СОЯ
Glycine

Опыты по изучению эффективности цеолита, а также обогащенного аминокислотами и карбамидом в системе удобрения кукурузы



19.06.2020



25.07.2020



15.08.2020



05.09.2020



30.09.2020

Кремнийсодержащие материалы (высококремнистые породы, кремнийсодержащие биопрепараты) являются комплексным удобрением сельскохозяйственных культур по эффективности не уступающим минеральным удобрениям. Эффективность кремнистых пород значительно возрастает при совместном их применении с минеральными и органическими удобрениями. Они являются основой для создания высокоэффективных, экологически безопасных, экономически целесообразных удобрений нового поколения обогащением их теми или иными элементами и соединениями, в которых нуждаются растения. Урожайность сельскохозяйственных культур при применении кремнистых материалов в качестве удобрения может повышаться на 30-40 % и более.



Спасибо за внимание!