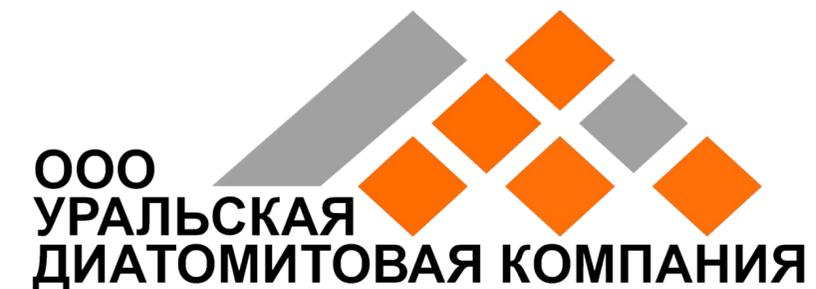


**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования**

**Ульяновский государственный аграрный
университет**

имени П.А. Столыпина



**Эффективность комплексного
сложного органоминерального
удобрения на основе диатомита и
птичьего помета в технологии
возделывания ячменя**



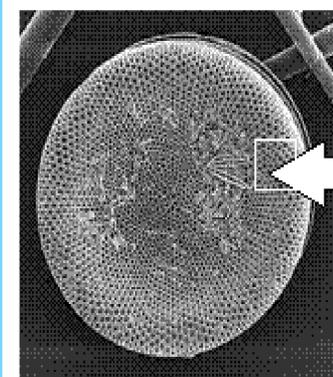
**Куликова А.Х. - доктор с.х. наук, профессор
Яшин Е.А. - кандидат с.х. наук, доцент
Волкова Е.С. - аспирант**

Кремнистые породы

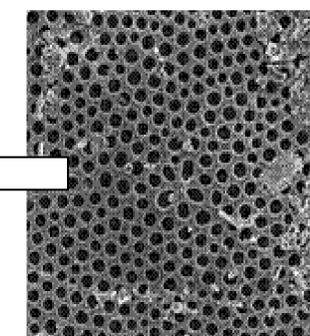
Диатомиты

Диатомиты - тонкопористая порода, состоящая из остатков скелетов диатомовых водорослей (Diatomeae), обладающая уникальными свойствами: высокой адсорбционной, ионообменной способностью и каталитической активностью, оказывающая многостороннее положительное пролонгированное действие на систему «почва-растение».

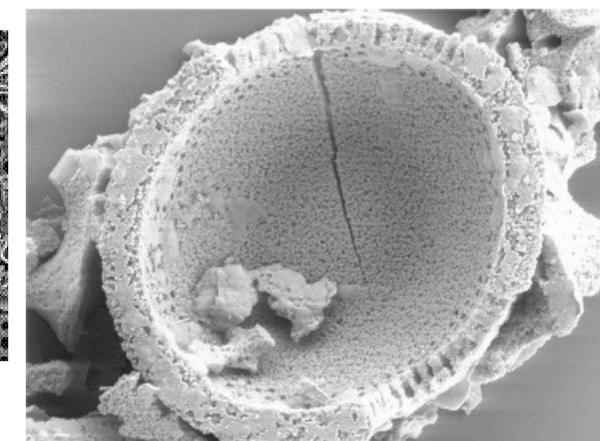
Однако это, прежде всего, кремниевое удобрение. Кремний — один из макроэлементов, необходимых растениям, наравне с азотом, фосфором и калием. Следовательно, необходимо, чтобы в почвенном растворе постоянно присутствовало достаточное количество доступного кремния, иначе он становится фактором, ограничивающим высоту урожая всех культур.



Створка диатомей
(увеличено в 2500 раз)



Микропоры



Химический состав диатомита Инзенского месторождения, %

Элемент (в окисной форме)	Содержание на абсолютно сухое вещество	Элемент (в окисной форме)	Содержание на абсолютно сухое вещество
H ₂ O	3,14	MgO	0,76
SiO ₂	82,53	Na ₂ O	0,02
TiO ₂	0,29	K ₂ O	1,06
Al ₂ O ₃	7,88	P ₂ O ₅	0,05
Fe ₂ O ₃	2,41	SO ₃ – общ.	0,21
FeO	0,12	ППП	7,41
MnO	0,01	SiO ₂ аморф.	42,0
CaO	0,28		

Химический анализ диатомита Инзенского месторождения, (табл. 2) показал, что содержание диоксида Si в нем составляет 85,2 %, из них 42 % - в аморфной форме. Обращает также внимание присутствие в диатомите более одного процента окиси калия, а также марганца, фосфора и серы (хотя и в небольших количествах), что весьма важно с агрономической точки зрения.

Отходы сельскохозяйственного производства

Куриный помет

Куриный помет — ценное органическое удобрений с высоким содержанием азота, фосфора, калия, кальция, магния, серы, которые находятся в усвояемых растениями формах. Однако неудовлетворительные физико-механические свойства помета (высокая влажность, вязкопластичная консистенция) значительно затрудняет его хранение, транспортировку и внесение в почву. В связи с этим он, как правило, концентрируется вблизи птицеводческих комплексов и утилизация становится серьезной экологической проблемой. Следует также отметить, что птичий помет — постоянно возобновляемый ресурс.



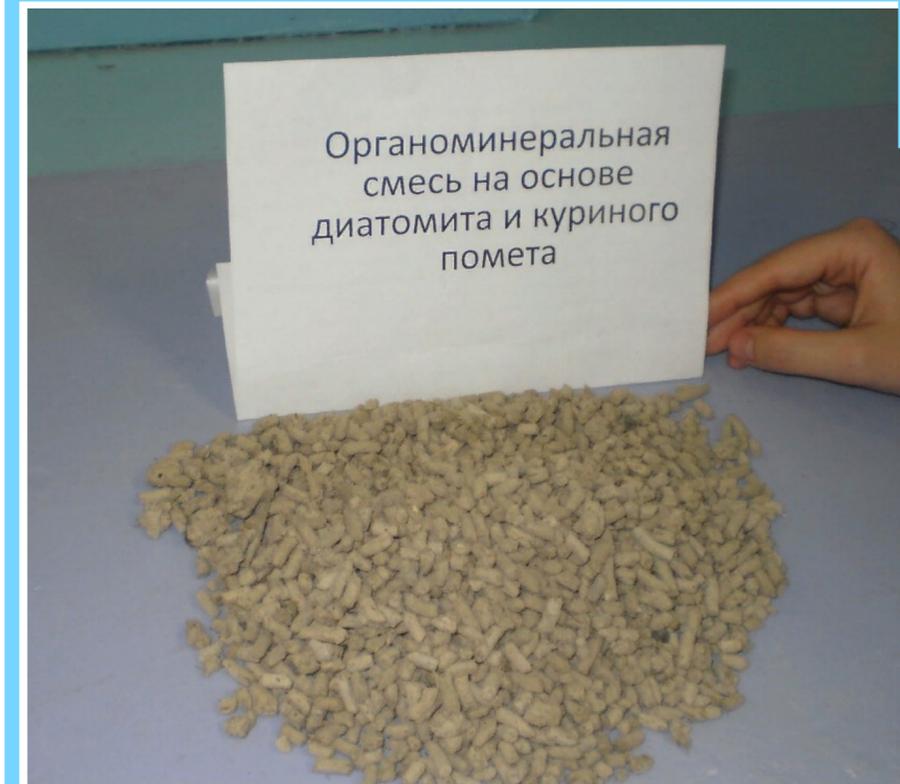
Химический состав куриного помета птицефабрики «Ульяновская», % на абсолютно сухое вещество

Объект	Азот общий	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Куриный помет	5,33	1,53	4,12	1,67	3,6	1,6

Наряду с высоким содержанием основных питательных элементов куриный помет птицефабрики «Ульяновская» также богат необходимыми для роста и развития растений микроэлементами. В 100 г сухого вещества содержалось: марганца – 24 мг, цинка – 18 мг, кобальта – 1,1 мг и меди – 0,5 мг.

Органоминеральное удобрение на основе диатомита и куриного помета

Органоминеральное удобрение на основе диатомита и птичьего помета, совмещающее и усиливающее наиболее полезные свойства обоих компонентов, позволит значительно оптимизировать минеральное питание растений сельскохозяйственных культур за счет местных ресурсов биофильных элементов и повысить земледелие на более высокий уровень. В связи с вышесказанным нами разработаны состав и технология производства комплексного органоминерального удобрения на основе диатомита Инзенского месторождения Ульяновской области и куриного помета птицефабрики «Ульяновская»



Агрохимическая характеристика органоминерального удобрения на основе диатомита и куриного помета

Соотношение компонентов	рН сол.	% на абсолютно сухое вещество				
		азот общий	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Диатомит+ куриный помет 1:1	7,8	2,62	2,10	1,34	1,9	1,2
Диатомит+ куриный помет 2:1	7,6	1,77	1,37	1,22	1,4	1,1
Диатомит+ куриный помет 4:1	7,4	1,07	0,82	1,13	1,1	0,9

Органоминеральные удобрения диатомита с куриным пометом имели достаточно высокое содержание общего азота и его минеральных форм, такое же количество подвижных форм фосфора и калия. Слабощелочная реакция среды, значительное количество кальция и магния позволяют предположить нейтрализующее действие удобрительных смесей на кислотность почвы.

Содержание тяжелых металлов в диатомите и курином помете

Удобрение	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr*
Диатомит	48,6	23,1	9,5	0,3	26,3	18,7
Куриный помет	15,1	7,0	4,0	0,06	10,2	9,0
Нормативные требования, не более (СанПиН 2.1.7.573-96)	55,8	16,5	8,0	0,6	17,5	15,6
	12,3	5,0	0,9	0,3	4,0	2,2
	4000	1500	1000	30	400	1200

Содержание тяжелых металлов в исследуемых удобрениях ни по одному элементу не превышало нормативные требования содержания их в материалах, вносимых в почву.

Схема опыта с применением органоминерального удобрения на основе местных источников минерального питания и птичьего помета

Опытное поле Ульяновского ГАУ

Экспериментальная культура ячмень

яровой, сорт *Камашевский* селекции

ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН (г. Казань)

1. Контроль (естественный фон);
2. Диатомит 250 кг/га;
3. Диатомит 500 кг/га;
4. Органоминеральное удобрение на основе диатомита и куриного помета 250 кг/га;
5. Органоминеральное удобрение на основе диатомита и куриного помета 500 кг/га;
6. $N_{40}P_{40}K_{40}$ (NPK).
7. Диатомит 250 кг/га +NPK;
8. Диатомит 500 кг/га +NPK;
9. Органоминеральное удобрение на основе диатомита и куриного помета 250 кг/га + NPK;
10. Органоминеральное удобрение на основе диатомита и куриного помета 500 кг/га + NPK.

За период исследования получены следующие результаты:

- разработаны состав и технология производства комплексного органоминерального удобрения на основе диатомита Инзенского месторождения Ульяновской области и куриного помета птицефабрики «Ульяновская». Изготовлены опытные образцы сложного органоминерального удобрения, проведены полевые опыты с применением его в качестве удобрения ячменя по 10-ти вариантной схеме, выявлено влияние его на питательный режим чернозема типичного, урожайность и качество продукции, определена экономическая эффективность технологии возделывания ячменя с применением органоминерального удобрения.



Агрохимические показатели почвы под посевами ячменя в зависимости от применения удобрений

№ п/п	Вариант	Гумус, %	pH _{KCl} , ед.	(N-NO ₃ +N-NH ₄), мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
1	Контроль	4,0	6,1	11,4	160	80
2	Диатомит 250 кг/га	4,2	6,2	11,9	165	90
3	Диатомит 500 кг/га	4,2	6,2	12,2	170	100
4	Органоминеральное удобрение 250 кг/га	4,0	6,3	13,4	172	90
5	Органоминеральное удобрение 500 кг/га	4,0	6,3	16,6	175	95
6	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (NPK)	4,1	6,2	16,2	175	100
7	Диатомит 250 кг/га + NPK	4,2	6,3	12,8	174	100
8	Диатомит 500 кг/га + NPK	4,1	6,1	13,4	175	110
9	Органоминеральное удобрение 250 кг/га + NPK	4,2	6,3	15,2	180	100
10	Органоминеральное удобрение 500 кг/га + NPK	4,1	6,4	17,2	185	120
НСР ₀₅		0,1	0,1	0,5	5	3

Содержание всех элементов питания в пахотном слое почвы при применении удобрений, несмотря на усиленное потребление на формирование урожайности культуры, в течение всей вегетации поддерживалось на более высоком уровне.

Содержание микроэлементов в пахотном слое почвы под посевами ячменя, мг/кг

№ п/п	Вариант	Cu		Zn		Mn	
		содержание	отклонение от контроля	содержание	отклонение от контроля	содержание	отклонение от контроля
1	Контроль	3,8	-	0,12	-	8,9	-
2	Диатомит 250 кг/га	3,9	+0,1	0,13	+0,01	9,4	+0,5
3	Диатомит 500 кг/га	4,1	+0,3	0,14	+0,02	9,3	+0,4
4	Органоминеральное удобрение 250 кг/га	4,2	+0,4	0,18	+0,06	10,5	+1,6
5	Органоминеральное удобрение 500 кг/га	4,4	+0,6	0,20	+0,08	10,7	+1,8
6	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (NPK)	3,9	+0,1	0,13	+0,01	9,1	+0,3
7	Диатомит 250 кг/га + NPK	3,8	0	0,12	0	9,5	+0,6
8	Диатомит 500 кг/га + NPK	4,0	0,2	0,13	+0,01	9,8	+0,9
9	Органоминеральное удобрение 250 кг/га + NPK	4,1	0,3	0,15	+0,03	11,9	+3,0
10	Органоминеральное удобрение 500 кг/га + NPK	4,2	0,4	0,18	+0,06	13,3	+4,4
НСР ₀₅		0,1		0,05		0,3	

Превышение контроля составило:

- минеральных форм азота (N-NO₃+N-NH₄) на 0,5 и 0,8 мг/кг при применении в чистом виде диатомита на 2,0 и 5,2 мг/кг - органоминерального удобрения;
- подвижного фосфора на 5-10 мг и 12-15 мг;
- обменного калия соответственно на 10-20 и 10-15 мг/кг;
- микроэлементов: меди на 0,1-0,3 мг и 0,4-0,6 мг/кг почвы, цинка — на 0,01 и 0,02 мг/кг и 0,06 и 0,08 мг/кг, марганца — на 0,5-0,4 мг/кг и 1,6-1,8 мг/кг почвы соответственно.

Влияние диатомита и его смеси с птичьим пометом на урожайность ячменя

№ п/п	Варианты	Урожайность			Отклонение от контроля	
		2022 г.	2023 г.	средняя	т\га	%
1	Контроль	4,28	3,27	3,78	-	-
2	Диатомит 250 кг/га	4,40	3,50	3,95	+0,17	5
3	Диатомит 500 кг/га	4,54	3,66	4,10	+0,32	8
4	Диатомит + КП 250 кг/га	4,78	3,80	4,29	+0,51	13
5	Диатомит+ КП 500 кг/га	5,01	4,17	4,51	+0,81	21
6	НРК	4,83	4,19	4,60	+0,73	19
7	НРК + Диатомит 250 кг/га	4,95	4,25	4,71	+0,82	22
8	НРК + Диатомит 500 кг/га	5,09	4,33	4,81	+0,93	25
9	НРК + Диатомит + КП 250 кг/га	5,21	4,41	4,92	+1,03	27
10	НРК + Диатомит + КП 500 кг/га	5,32	4,52		+1,14	30
	НСР ₀₅	0,14	0,10			



Существенное улучшение питательного режима почвы при применении органоминерального удобрения на основе диатомита и птичьего помета обеспечило прибавку урожайности зерна ячменя по отношению к контролю в среднем за 2 года на 0,51 (доза удобрения 250 кг/га) и 0,81 т/га (доза 500 кг/га). Применение органоминерального удобрения совместно с минеральными позволило сформировать урожайность ячменя на уровне 4,81 и 4,92 т/га, что превышает контроль на 1,09 и 1,14 т/га.

Экономическая эффективность возделывания ячменя с применением диатомита и органоминерального удобрения на его основе

№ п/п	Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость продукции с 1 га, руб.	Производственные затраты на 1 га, руб.	Себестоимость 1 т, руб.	Условный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
1	Контроль	4,28	38520	26962	6300	11558	43
2	Диатомит 250 кг/га	4,40	39600	28083	6382	11518	41
3	Диатомит 500 кг/га	4,54	40860	29786	6561	11075	37
4	Органоминеральное удобрение 250 кг/га	4,78	43020	28987	6064	14033	48
5	Органоминеральное удобрение 500 кг/га	5,01	45090	31477	6289	13614	43
6	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (NPK)	4,83	43470	39357	8149	4113	11
7	Диатомит 250 кг/га + NPK	4,95	44550	41054	8294	3497	9
8	Диатомит 500 кг/га + NPK	5,09	45810	42757	8400	3054	7
9	Органоминеральное удобрение 250 кг/га + NPK	5,21	46890	41909	8044	4981	12
10	Органоминеральное удобрение 500 кг/га + NPK	5,32	47880	43954	8262	3926	9

Наиболее экономически эффективно применение как диатомита в чистом виде, так и органоминерального удобрения в дозе 250 кг/га.

Ячмень

Органоминеральное удобрение на основе диатомита и птичьего помета является комплексным удобрением по эффективности (в том числе экономически и по экологичности), превышающим минеральные удобрения.



31.05.2022



21.06.2022



05.07.2022

По направлению и результатам исследования



Опубликованы: 1 статья,
вошедшая в базу данных 1
статья Scopus и 1 - в журнале,
входящем в ядро РИНЦ.

Опытные образцы сложного
органоминерального
удобрения представлены на
выставке-демонстрации «День
поля-2022» и выставке
«Инновационные технологии
для агропромышленного
комплекса»

Опыты (посевы ячменя) представлены
на научно-производственном семинаре с
руководителями и специалистами АПК
Ульяновской области

Готовится заявка на
патентование по теме
«Производство сложного
органоминерального
удобрения на основе
местных источников
минерального питания и
отходов
сельскохозяйственного
производства»

**Спасибо
за
внимание!**

