



# ПОИСК СПОСОБОВ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ РАСТВОРИМОСТИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ

Студия «Уроки настоящего. В знаниях – сила!», Томск



**Цель работы:** регуляция (снижение) скорости поступления удобрений в почву

**Задачи:**

1. Исследовать характер почв Томской области, занятых под основной сельскохозяйственной культурой
2. Оценить почвенный раствор, параметры выноса питательных веществ из почвы с урожаем
3. Установить тип, дозу, сроки внесения удобрений
4. В ходе эксперимента изучить метод лизиметрического анализа для оценки эффективности капсулирования гранул
5. Рассмотреть варианты искусственного грунта, стабильного по своим характеристикам
6. Определить глубину размещения гранул в лизиметрической колонке
7. Установить зависимость скорости растворения гранул от времени проведения эксперимента и расхода воды
8. Предложить возможные материалы для капсулирования гранул минеральных удобрений

ИССЛЕДОВАНИЕ

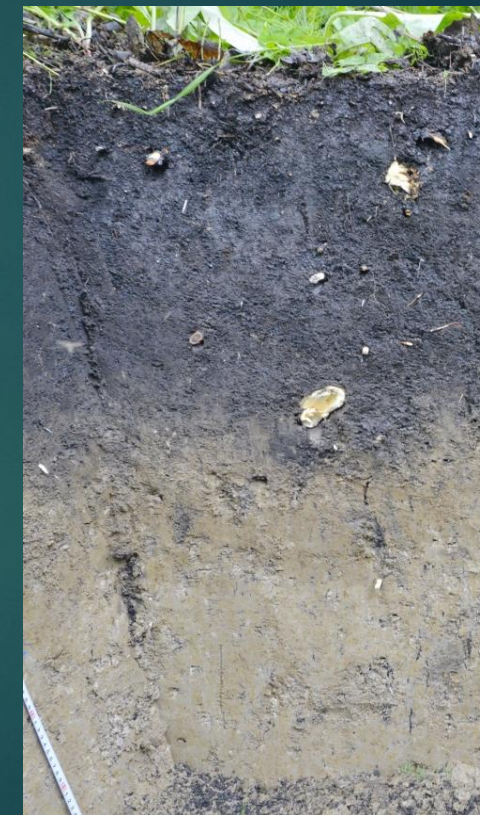


Под **пшеницей** занято 35,8% посевных площадей Томской области, это составляет 121,7 тыс га (данные на 2017 г.). Из них 97% приходится на площади, занятые **яровой** пшеницей.

При этом лишь 22,6 тыс га – это выщелоченные, оподзоленные чернозёмы с содержанием гумуса 7%. Основной тип почв под зерновыми – **серые лесные** оподзоленные (99,1 тыс га или 81,4%)



Серая лесная



Чернозём юга Сибири






Критерием использования растениями элементов питания является показатель отношения разности между выносом питательных веществ растениями на удобренном и контрольном вариантах к дозе внесенного в почву действующего вещества.

В среднем существуют следующие параметры выноса основных питательных веществ с урожаем пшеницы ( кг/т):  $N - 40$ ;  $P_2O_5 - 12$ ;  $K_2O - 18$ . Исходя из того, что урожайность яровой пшеницы в Томской области составляет примерно 23 ц/га, вынос питательных веществ составляет (в кг/га):  $N - 92$ ;  $P_2O_5 - 27,6$ ;  $K_2O - 41,4$ .

Табл. 1 Вынос питательных веществ с урожаем

Вещество	кг/т	кг/га
$N$	40	92
	12	27,6
	18	41,4

Табл. 2 Тип (марка), доза, сроки внесения удобрений

Тип (марка)	Содержание основных веществ	Норма внесения	Сроки внесения основной части
<p>Калийные. Хлористый калий К30</p> 	<p>K = 57%</p>	<p>К30 (30 кг/га), на серых лесных почвах – 3,3 ц/га (22%), часто в области применяется К45</p>	<p>Вносятся заблаговременно - осенью, чтобы состав хорошо распределился в почве.</p>
<p>Азотные. Аммиачная селитра марки Б ГОСТ 2-2013; Карбамид (мочевина) марки Б ГОСТ 2081-2010</p> 	<p>N = 34,4%</p>	<p>N60 (60 кг/га)</p>	<p>Перед посевом летних сортов злаковых рекомендуется однократная большая доза азотных удобрений. Дробное внесение неэффективно, так как период вегетации у яровых сортов в два раза короче и большую часть питательных веществ растения потребляют до выхода в трубку</p>
<p>Фосфорные, комплексные. Аммофос 12:52</p> 	<p>N = 12% P = 52%</p>	<p>30-40 кг/га</p>	<p>Удобрения необходимо вносить заблаговременно – осенью, чтобы состав хорошо распределился в почве.</p>





**Почвенный раствор** — жидкая фаза почвы вместе с растворенными в ней веществами. Атмосферные осадки, соприкасаясь с твердой фазой почвы, растворяют различные соединения и превращаются в почвенный раствор. В нем содержатся органические кислоты и их соли, а также нитраты, фосфаты, сульфаты, хлориды, карбонаты и др.

Серые лесные почвы Томской области имеют преимущественно суглинисто - глинистый механический состав и слабоминерализованный почвенный раствор.

Гумусовый горизонт серого цвета, мощностью 15-45 см, содержание гумуса — от 2,5-4 % до 7 %, в его составе незначительно преобладают гуминовые кислоты. Встречаются почвы со вторым гумусовым горизонтом. По запасу гумуса в метровом слое серые лесные почвы Сибири богаче своих аналогов в Европейской части страны.. Почвенный раствор имеет слабокислую реакцию среды. Элювиально-иллювиальный горизонт может быть не выражен. В составе ППК серых лесных почв явно преобладает катионы кальция, а содержание водорода даже в наиболее кислых горизонтах светло-серых почв не достигает и 10%, содержание обменного калия среднее и высокое.





# ЭКСПЕРИМЕНТ

## Оборудование:

Штатив лабораторный; зажимы; пластиковая бутылка 0,5 л; система внутривенного вливания; штангенциркуль; медицинский шприц 20 мл – 2 шт; фотоаппарат, таймер (смартфон); пинцет; салфетки бумажные; нож канцелярский; термометр комнатный; рабочий журнал; ручка

## Реактивы:

Карбамид приллированный 100 г; вода дистиллированная 0,5 л; крем для рук на основе ланолина; пшено 0,5 кг; гречка 0,5 кг; рис 0,5 кг; чёрный карбамид

\* Эксперимент проводился при температуре воздуха в помещении 24°C





## Опыт №1 «Параметры растворимости гранул карбамида»

1. Измерили размер гранул карбамида (в опыте использовано 4 шт.) ,средний размер составляет 3,775 мм
2. Насыпали часть грунта (пшено) в шприц
3. Расположили гранулы так, чтобы они не касались стен шприца и друг друга
4. Провели в шприц воду
5. Наблюдаем процесс растворения гранул в течение 15 минут
6. После того, как определяемое время истекло, замерили гранулы и вычислили средний размер , равный 3,025 мм

Результаты измерений внесли в рабочий журнал

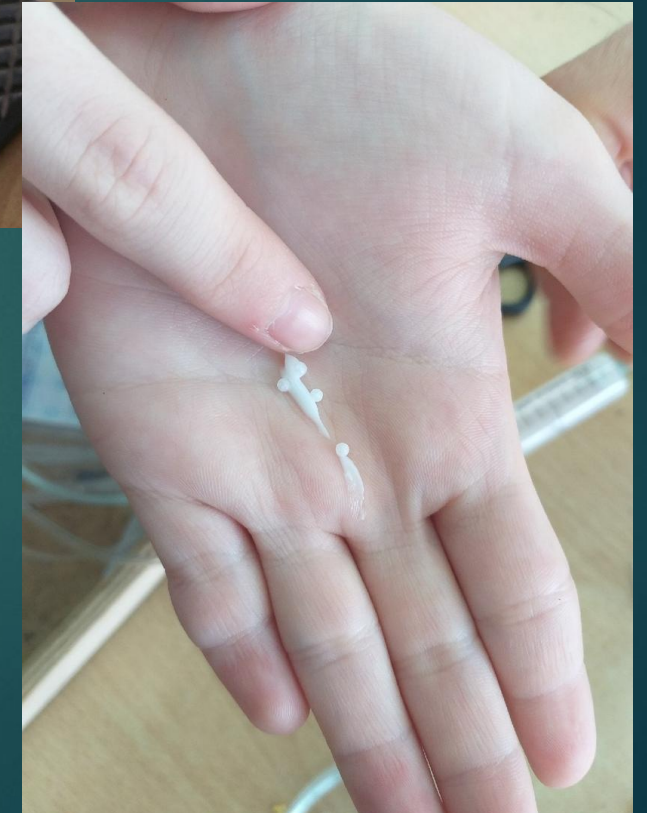




## Опыт №2 «Параметры растворимости гранул карбамида , обработанных кремом на основе ланолина»

1. Гранулы карбамида (количеством 4 шт.) обработали кремом на основе ланолина
2. Замерили их и вычислили средний размер (3,425 мм)
3. Расположили гранулы в грунте (пшено), провели воду
4. Засекли время опыта, оно составило те же 15 минут
5. По истечении времени, вновь замерили гранулы, средний размер составил 3,3 мм
6. В ходе опыта установили, что обработка гидрофобными веществами сократила растворимость гранул

Результаты измерений внесли в рабочий журнал





## Опыт №3 «Параметры растворимости чёрного карбамида»

1. Замерили гранулы чёрного карбамида (4 шт.) и высчитали средний размер (3,275 мм)
2. Расположили гранулы в "почве" (пшеница), провели воду
3. По истечении 15 минут достали гранулы, замерили их размер и вычислили средний размер (2,7 мм)
4. В результате опыта выяснилось, что растворимость чёрного карбамида ниже обычного.

Результаты измерений внесли в рабочий журнал

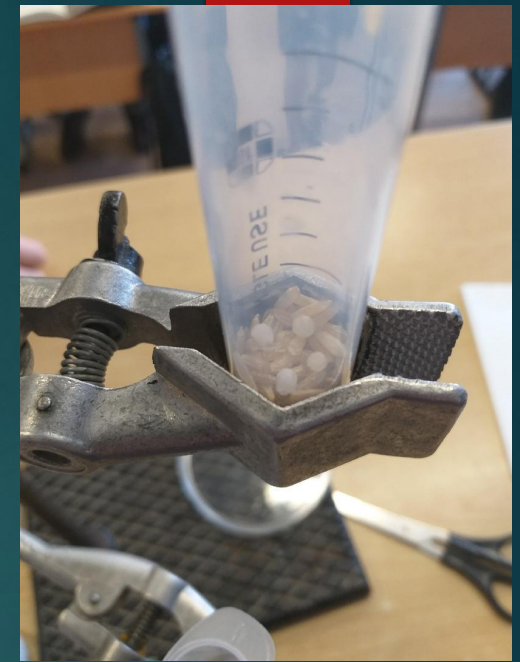




## Опыт №4 «Параметры растворимости карбамида при смене механического состава грунта»

1. В качестве грунта использовали рис
2. Измерили и высчитали средний размер 4-х гранул обычного карбамида, она составила 3,15 мм
3. Расположили гранулы карбамида в грунте, провели воду в грунт
4. Проводили опыт в течение 15 минут, по истечении которых измерили гранулы и вычислили средний размер (2,2 мм)
5. Наблюдаем, что одна гранула карбамида растворилась полностью

Результаты измерений внесли в рабочий журнал

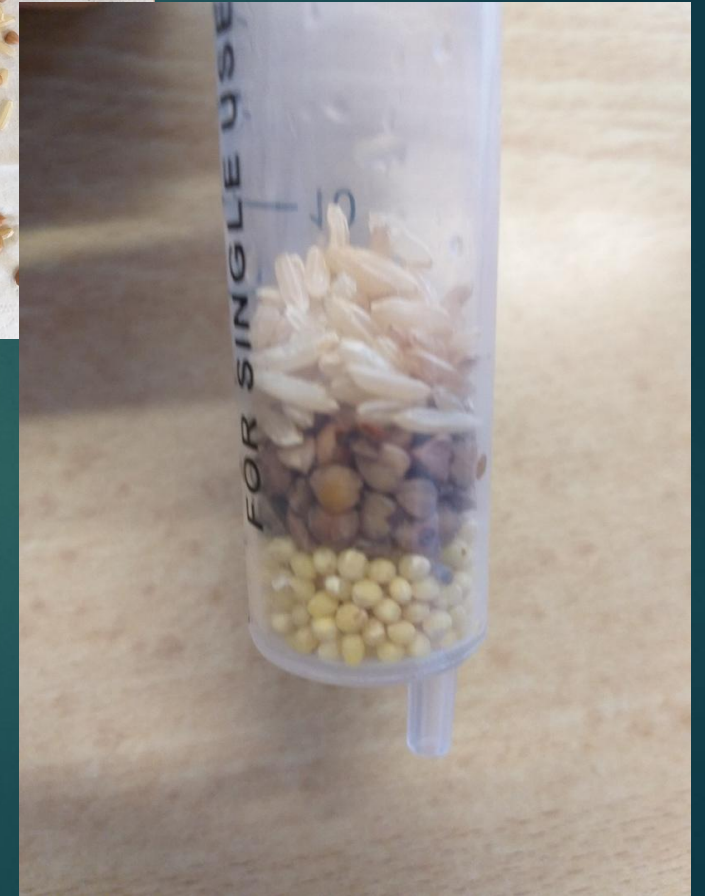




## Опыт №5. «Параметры растворимости карбамида в «смешанном» грунте»

1. В качестве составляющих грунта взяли рис, гречку, пшено
2. Взяли 4 гранулы обычного карбамида, измерили их, вычислили средний размер (3,4 мм)
3. Расположили карбамид и компоненты грунта слоями в последовательности: пшено-гранулы-гречка-рис
4. Провели в почву воду (1 капля в 4 сек.)
5. Проводили опыт в течение 15 минут, по истечении которых измерили гранулы и вычислили средний размер, он составил 3,2 мм
6. В ходе опыта установили, что использование «сложного» грунта замедлило процесс растворения гранул

Результаты измерений внесли в рабочий журнал



## Опыт №6 «Параметры растворимости чёрного карбамида, обработанного кремом на основе ланолина, внесённого в смешанный грунт»

1. Взяли 4 гранулы черного карбамида, обработали их кремом с ланолином, измерили и вычислили средний размер (3,225 мм)
2. Насыпали пшено и гречку в шприц, добавили в почву гранулы
3. Провели воду в шприц (с той же частотой)
4. Проводили опыт 15 минут, затем достали удобрение, измерили и вычислили среднюю длину (3,15 мм)
5. В ходе опыта установили, что растворимость черного карбамида, обработанного кремом ниже

Результаты измерений внесли в рабочий журнал





# Рабочий журнал эксперимента

## Обработка и вычисление результатов измерений

Уровень погружения гранул, мм 10

Таблица 1 – Результаты исследования

Номер опыта	Название	Диаметр гранул до исследования D <sub>1</sub> , мм	Время начала эксперимента, ч, мин	Диаметр гранул после исследования D <sub>2</sub> , мм	Время завершения эксперимента, ч, мин	Вычисления
1	Параметры растворимости гранул карбамида	4,3; 3,5; 3,7; 3,6	22.02, 10: 15	3,1; 2,9; 3,0; 3,1	22.02, 10: 30	До: (4,3+3,5+3,7+3,6)/4 = 3,775 мм После: (3,1+2,9+3+3,1)/4 = 3,025мм
2	Параметры растворимости гранул карбамида, обработанных кремом на основе глицерина	3,4; 3,3; 3,5; 3,5	22. 02, 10; 40	3,4; 3,2; 3,3; 3,3	22. 01, 10: 55	До: (3,4+3,3+3,5+3,5)/4=3,425мм После: (3,4+3,2+3,3+3,3)/4 = 3,3мм
3	Параметры растворимости чёрного карбамида	3,1; 3,4; 3,3; 3,3	22.02, 11:10	2,7; 2,7; 2,6;2,8	22.02, 11:25	До: (3,1+3,4+3,3+3,3)/4=3,275мм После: (2,7+2,7+2,6+2,8)/4=2,7мм
4	Параметры растворимости карбамида при смене механического состава грунта	3,2; 3,1; 3,1; 3,2	25.02, 9:45	2,2;2,2;2,3; 2,1	25.02, 10:00	До: (3,2+3,1+3,1+3,2)/4=3,15мм После: (2,2+2,2+2,3+2,1)/4=2,2мм
5	Параметры растворимости карбамида в «смешанном» грунте	3,4;3,5; 3,2;3,5	25.02, 10:10	3,1;3,0; 3,3;3,4	25.02, 10:25	До: (3,4+3,5+3,2+3,5)/4=3,4 После: (3,1+3,0+3,3+3,4)/4=3,2мм
6	Параметры растворимости чёрного карбамида, обработанного кремом на основе глицерина	3,1;3,3;3,3; 3,2	25.02, 10:35	3,1;3,0;3,2; 3,3	25.02, 10:50	До: (3,1+3,3+3,3+3,2)/4=3,225мм После: (3,1+3,0+3,2+3,3)/4=3,15мм
7						
8						



# АНАЛИЗ

В ходе эксперимента были использованы различные типы грунта: однородные (пшено, рис) и смешанные (пшено – рис, пшено – рис – гречка). В качестве внешнего покрытия гранул карбамида применялся крем на основе ланолина. опыты проводились в одинаковых временных рамках, что позволило более точно определить скорость растворимости карбамида.

Установлено, что в опытах с использованием однородных грунтов растворилось от **17,6 - 20%** удобрения (в зависимости от марки) до **30%** (пшено и рис соответственно).


Использование гидрофобного покрытия привело к значительному снижению скорости растворимости: от **3,6%** в однородном до **2,3%** в смешанном.

Таким образом, можно сделать вывод, что скорость растворимости удобрения зависит от химического состава грунта, его механической структуры, а также от свойств самого удобрения.

Снижение скорости растворения удобрений в почве дает возможность растениям наиболее полно их использовать, что повышает урожайность сельскохозяйственных культур, их качество и общий экономический эффект от применения удобрений.

Основным недостатком карбамида и аммиачной селитры является высокая скорость растворения и последующего вымывания их из почвы водой, приводящая к потере практически половины или даже более вводимого в почву азота.

Один из способов решения этой проблемы – капсулирование гранул (самый доступный и наглядный метод и был опробован нами в ходе эксперимента).



На сегодняшний день известно множество способов капсулирования гранул минеральных (в частности азотных) удобрений. При капсулировании водорастворимых минеральных удобрений гранулы покрываются защитными пленками, обладающими низкой проницаемостью для водных растворов.

Получаются своего рода медленнодействующие комплексные удобрения. В качестве покрытий используются сера, парафин, эмульсия полиэтилена, акриловая смола, полиакриловая кислота, сополимеры глицеринового эфира ненасыщенных кислот с дициклопентадиеном, полиуретаны и полистирол и другие вещества.

Медленнодействующие капсулированные удобрения получают путем обработки гранул мочевины растворами силиката натрия и хлористого кальция, гумата натрия и гидрохинона.

Над поиском решения задачи снижения скорости растворимости удобрений работают ведущие учёные. Возможно, в ближайшем будущем будет найдено самое эффективное и продуктивное покрытие гранул удобрений, позволяющее не только снизить скорость растворимости удобрений и повысить урожайность, но и способное нанести наименьший вред окружающей среде.



Пока идёт поиск этого покрытия мы видим как один из способов решения проблемы – «работу» с собственно почвой. Большую роль в снижении потерь питательных элементов в окружающую среду (особенно азота) играют гумус почвы, органические удобрения и запаханные растительные остатки. Органический азот в составе гумуса и растительных остатков не теряется из почвы, постепенно минерализуясь, он служит источником питания растений в течение вегетации.

По мнению многих учёных, в том числе Чудиновой Юлии Валерьевны, заместителя директора по научной работе Томского сельскохозяйственного института - филиала ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, доктора биологических наук, профессора кафедры агрономии и технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции:

При внесении органического удобрения или минерального азотного удобрения вместе с соломой или другим органическим веществом, способным вызвать иммобилизацию азота, снижается процесс нитрификации и миграции азота в подпочву. Для борьбы с загрязнением вод нитратами наиболее важным фактором является правильное соотношение между количеством органических и минеральных удобрений.