

КОНСТРУИРОВАНИЕ НОВЫХ ФОРМ ДОСТАВКИ УДОБРЕНИЙ

Цыремпилов В.Ц.

Научный руководитель - д-р биол. наук, проф. Т. Г. Волова

ФГАОУ ВПО Сибирский федеральный университет

Введение

Бурное развитие химии и переход сельского хозяйства на интенсивные технологии привели к появлению и применению огромного разнообразия химических веществ для борьбы с вредителями, сорняками и возбудителями болезней культивируемых видов. Традиционное применение пестицидов вступило в противоречие с глобальной проблемой защиты окружающей среды. Используемые в большинстве случаев в виде порошков, суспензий и эмульсий, пестициды и удобрения зачастую не обеспечивают адресную доставку препаратов, что ведет к их рассеиванию и последующей аккумуляции в биосфере. Новым направлением исследований, ориентированных на снижение риска неконтролируемого распространения и аккумуляции ксенобиотиков в биосфере, является разработка экологически безопасных препаратов нового поколения с адресным и контролируемым выходом активного начала за счет использования специальных покрытий и/или матриц из биоразрушаемых материалов.

Среди материалов, которые могут оказаться пригодными для этих целей, - разрушаемые полиэфиры микробиологического происхождения (полигидроксиалканоаты, ПГА). ПГА характеризуются биоразрушаемостью в почве под воздействием типичной почвенной микрофлоры, обладающей ПГА-деполимеризующими ферментами до безопасных для природы конечных продуктов (CO_2 и H_2O в аэробных условиях и до CH_4 и H_2O – в анаэробных условиях).

Цель работы – исследование применимости биоразрушаемых полигидроксиалканоатов в качестве носителя для конструирования экологически безопасных и долговременных форм удобрений для грунтового применения, пригодных для внесения в почву вместе с семенами, т.е. в довсходовом периоде.

Для достижения цели сформулированы следующие задачи:

1. Сконструировать форму удобрения, депонированную в резорбируемый полимерный матрикс из ПГА.
2. Сконструировать лабораторную модельную систему для выращивания растений и оценки разработанной долговременной формы азота на основе ПГА.
3. Исследовать биодegradацию полимерных матриц из ПГА и кинетику выхода в среду азота в лабораторной почвенной модельной системе.
4. Оценить влияние на рост растений полевица побегоносная (*Agrostis stolonifera* L.) сконструированной долговременной формы азотного удобрения, депонированного в полимерный матрикс из ПГА в сопоставлении с прямым внесением в почву источника азота.

2. Материалы и методы.

2.1. Объекты исследования.

Для получения долговременной формы азотного удобрения использовали полигидроксибутират (ПГБ- $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$), который является гомополимером D(-)-3- β -оксимасляной кислоты.

2.2. Изготовление формы удобрения, депонированного в полимерный матрикс в виде пленок.

В работе использовали гранулированное удобрение карбамид (мочевина, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, содержание азота 46%) – универсальное концентрированное азотное удобрение, которое применяется для азотного питания всех типов сельскохозяйственных культур.

Депонирование с/х препаратов проводили с использованием полимерных пленок.

Для получения пленок использована техника испарения растворителя из раствора полимера. Раствор полимера (концентрация 2 % по весу) смешивали с удобрением (карбамидом) - и выливали на поверхность обезжиренных чашек Петри, далее высушивали при комнатной температуре в беспылевом боксе-ламинаре в течение 3-4 суток. Из полученных пленок высекали образцы весом в 40 мг. Соотношение полимер: удобрение в пленке было различным и составило 90,9:9,1; 82:18; 76:24 (в % от общей массы).

2.3. Исследование сельскохозяйственных препаратов на основе ПГБ в почве.

Для исследования разработанной долговременной формы азотного удобрения была сконструирована модельная система (рис.5), которая представляет собой пластиковый контейнер объемом 400 см^3 , заполненный садово-огородной почвой (масса 80 г). В качестве растения использована полевица побегоносная (*Agrostis stolonifera* L.) - Многолетний низкорослый короткокорневищный злак, образующий многочисленные, стелющиеся по поверхности почвы стеблевые побеги длиной 30-40 см и более, с приподнимающимися концами.

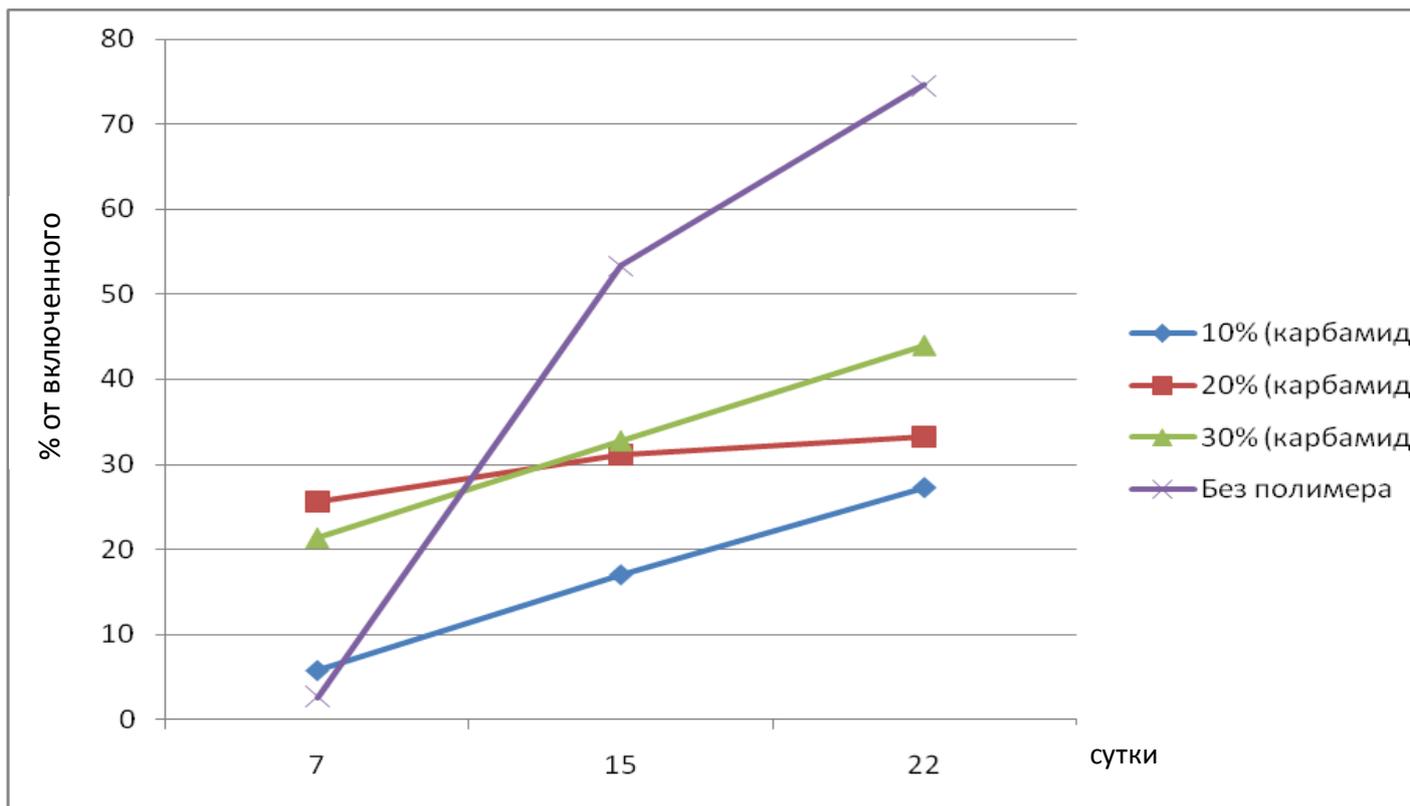
2.3.1. Изучение деградации ПГБ и выхода удобрения из полимерной формы в почве.

Для изучения динамики выхода карбамида и исследования биodeградации ПГБ вносили полимерные пленки, нагруженные удобрением. Исходная масса вносимых образцов составила 150; 75; 50 мг для загрузки солью азота на 10, 20 и 30 %, соответственно (по норме расхода). Одновременно в контрольные контейнеры (положительный контроль) вносили свободное удобрение в рекомендуемой дозе, - 15 мг/контейнер, по норме расхода $6,9 : 80 = 0,0862$ мг азота на 1 г почвы. Негативным контролем служила почва без внесения удобрения.

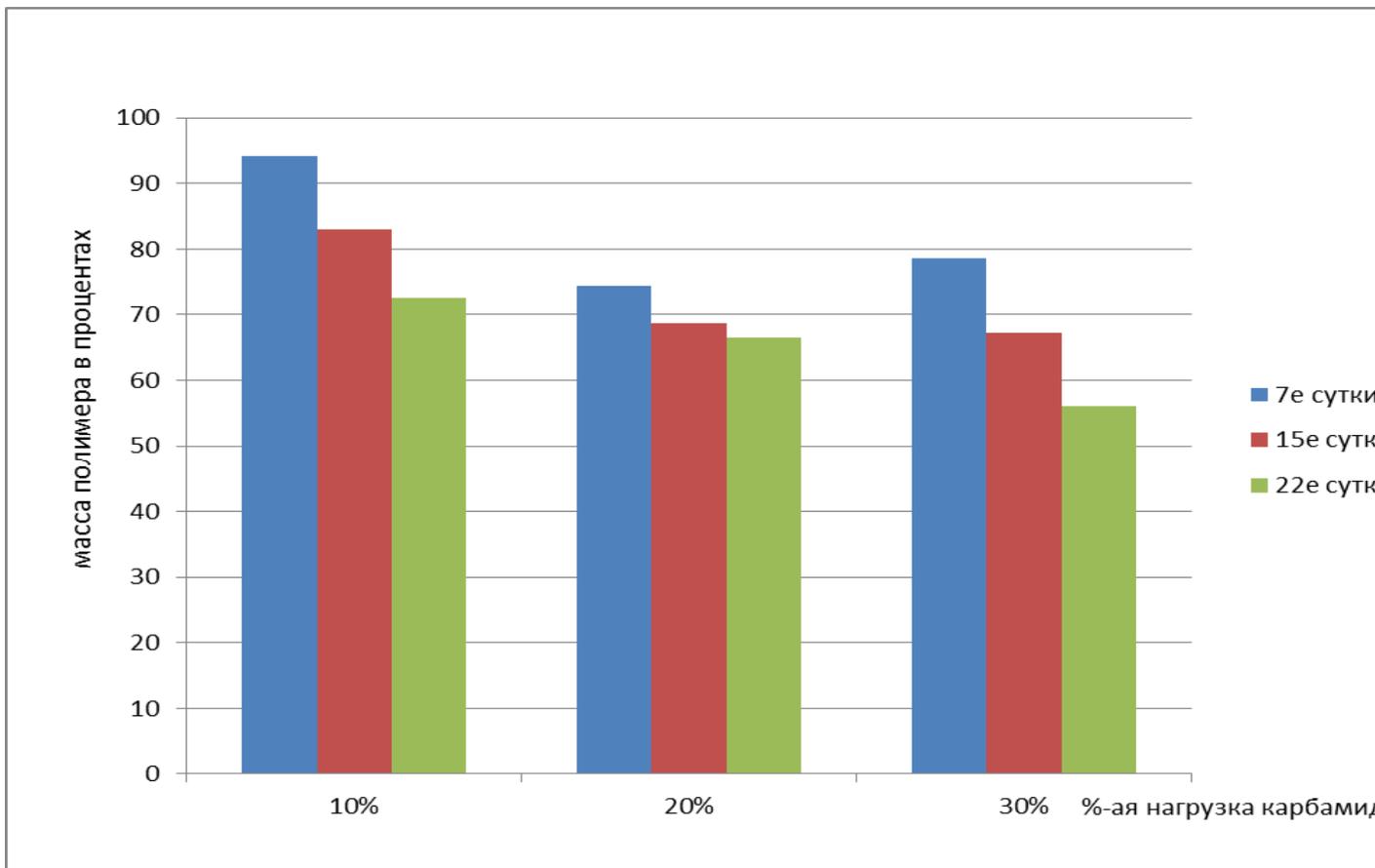
На протяжении всего эксперимента поддерживали влажность почвы 65 %. Образцы вынимали из почвы на 7-е, 15-е и 22-е сутки, высушивали при комнатной температуре и взвешивали на аналитических весах.

Количество азота определяли колориметрическим методом с реактивом Несслера. Для этого в колбу отобрали 10 г экспериментальной почвы и добавили к ней 2% раствор KCl (100 мл). Колбу встряхнули в течение часа, и содержимое отфильтровали через фильтр «белая лента». Затем отобрали 5 мл вытяжки и разбавили ее дистиллированной водой (35 мл). После этого прибавили 2 мл сегнетовой соли (50%), 2 мл реактива Несслера и разбавили дистиллированной водой (6 мл). Через 2-3 минуты раствор колориметрировали на фотоколориметре (длина волны 425 нм). Содержание азота в растворе установили по калибровочной кривой с пересчетом на 80 г почвы.

В результате эксперимента проследили динамику выхода удобрения Карбамид в почву и изучили биodeградацию ПГБ (рис. 4).



а



б

Рис 1. Динамика выхода удобрения в почву (а) и биодegradации ПГБ (б)

Выход удобрения из пленок в первые 7 суток был резким и составил порядка 20 % от включенного, хотя в случае нагружения полимерного матрикса на 10 % выход составил 5,7 %, что связано большой массой самих пленок по сравнению с более высоким нагружением (20 и 30 % по массе). Далее на 15-е сутки кинетика выхода происходила медленно и достигла 17%,31,2%, 32,8% от включенного для трех экспериментальных систем (нагрузка на 10, 20 и 30 % соответственно). А через 22 суток 27,3 33,3 и 44% от включенного при исследованных уровнях нагрузок матрикса солью азота. При внесении свободного удобрения без полимерного покрытия в почву, выход препарата на 7-е сутки составил 2,6%, но уже на 15-е сутки резко возрос до 53,3% и на 22-ые сутки он составил 74,6%.

Табл.1 Прирост биомассы растения при различных условиях азотного питания.

	Биомасса (мг)	Без удобрения	Удобрение без полимерного покрытия	10%	20%	30%
7е сутки	Сырая	41	42	168,5	175,8	140,7
	Сухая	3,3	4	17,6	18,8	15,5
15е сутки	Сырая	210	401	237,5	126,7	384,6
	Сухая	20,6	41	26,4	15,8	38
22е сутки	Сырая	704	857,8	1585	1085	1470
	Сухая	72,6	81,4	153,8	96,8	135

При добавлении разработанной формы удобрения. Депонированного в полимерный матрикс прирост биомассы происходил значительно быстрее и эффективнее, в отличие от стандартного введения удобрения: на 22е сутки биомасса в варианте со свободным удобрением биомасса составила 81,4 мг, а в варианте с разработанной долговременной формой - 153,8 мг; 96,8 мг; 135 мг (нагрузка 10, 20, 30 % соответственно).

2.3.2. Исследование роста растения.

Оценка эффективности применения разработанной формы депонированного азота проведена на примере модельного растения *Agrostis stolonifera* L. Продуктивность роста растений (прироста растительной биомассы) в эксперименте оценивали следующим образом: периодически на сроках 7, 15, 22 суток вегетации срезали вегетативную часть растения и измеряли сырую и сухую биомассу (высушенную до постоянного веса при 105°). В результате выявили позитивное влияние депонированного в полимерный матрикс азотного удобрения на рост биомассы растения (рис.5, таблица 1).



1.

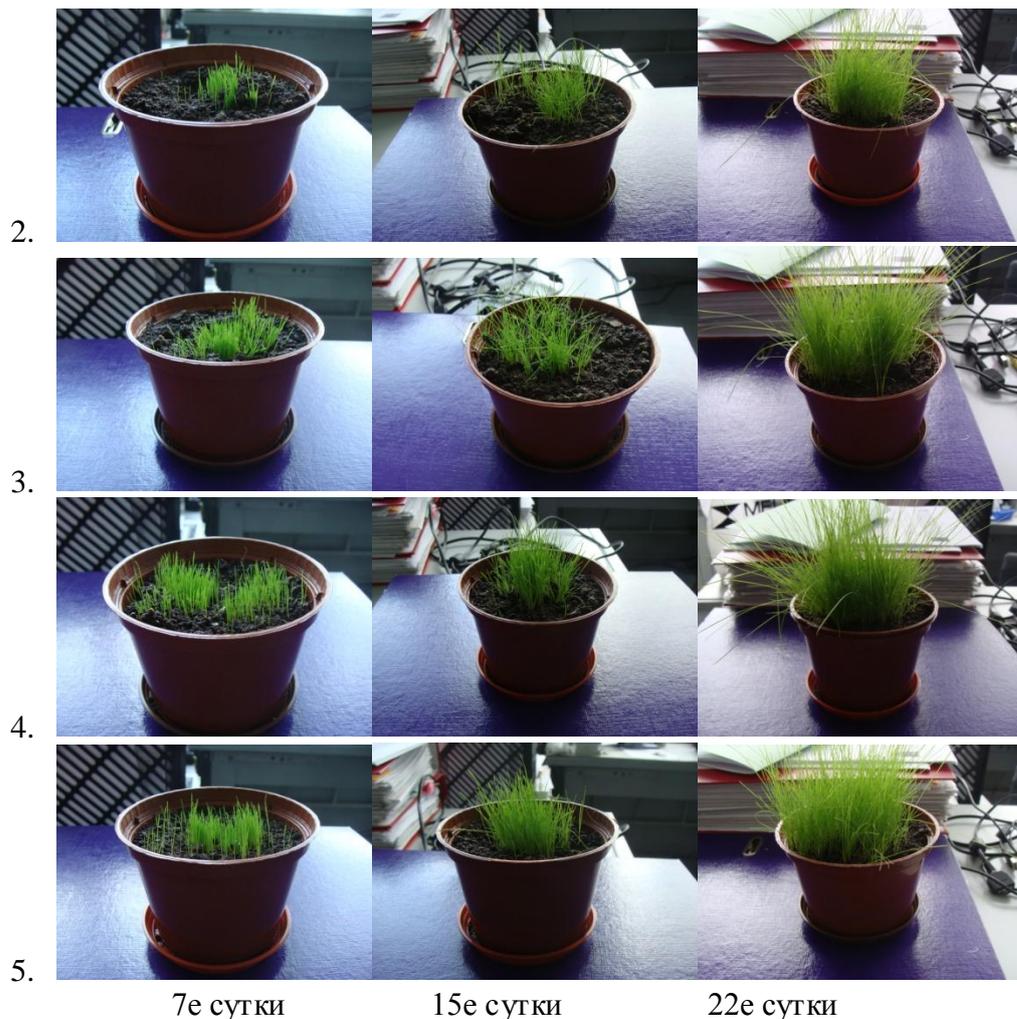


Рис 2. Сравнительный визуальный анализ роста растения Полевица Побегоносная (*Agrostis stolonifera*L.): 1 – негативный контроль, 2 – позитивный контроль, свободное удобрение, 3 – пленки с 10, 20 и 30 %-ым нагрузкой солью азота.

Выводы:

1. Разработаны полимерные матрицы из ПГБ в виде пленок.
2. Депонировано азотное удобрение (Карбамид) в пленки.
3. Исследована биодegradация полимерных матриц из ПГА в почве и кинетика выхода азота. Показано, что полимерный матрикс с нагруженным удобрением разрушился на 27,4%, 33,4%, 44% (нагрузка удобрения 10%, 20%, 30% соответственно). Кинетика выхода азота показала, что матрицы могут сильно замедлить выход удобрения, что актуально в современном сельском хозяйстве.
4. Оценена эффективность использования ПГБ матриц на рост растения. Установлено, что рост биомассы растения, в случае, когда было применены матрицы из полимера, был существенно быстрее и больше.
5. Показана эффективность применения ПГБ в качестве матрикса для контролируемой и долговременной доставки сельскохозяйственных препаратов.