



АНАЛИЗ СПОСОБНОСТИ К БИОРАЗЛОЖЕНИЮ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИЛАКТИДА

Якубова Л.Ю.

Руководитель: к.х.н. Подзорова М.В.

Полилактид (ПЛА) является одним из наиболее изученных среди биоразлагаемых полимеров, имеет хорошие механические, термические и оптические свойства. Способность к биологическому разложению и характеристики окружающей среды, в которой происходит процесс биодegradации, также имеют большое значение. В отличие от других биоразлагаемых полимеров, которые разлагаются преимущественно за один этап под воздействием микробов, разложение ПЛА происходит по последовательному механизму. Первая стадия включает снижение молекулярной массы ПЛА путем гидролиза, который считается стадией, ограничивающей скорость, и является основным механизмом деполимеризации. Второй этап включает микробную ассимиляцию и метаболизм низкомолекулярных олигомеров и мономеров ПЛА. В дополнение к процессу гидролиза ПЛА микроорганизмы синтезируют ферменты, которые катализируют расщепление высокомолекулярной фазы ПЛА и, следовательно, играют существенную роль в деградации ПЛА. Гидролитические ферменты, такие как протеаза, эстераза и липаза, вырабатываемые микробами, проявляют способность разлагать ПЛА.

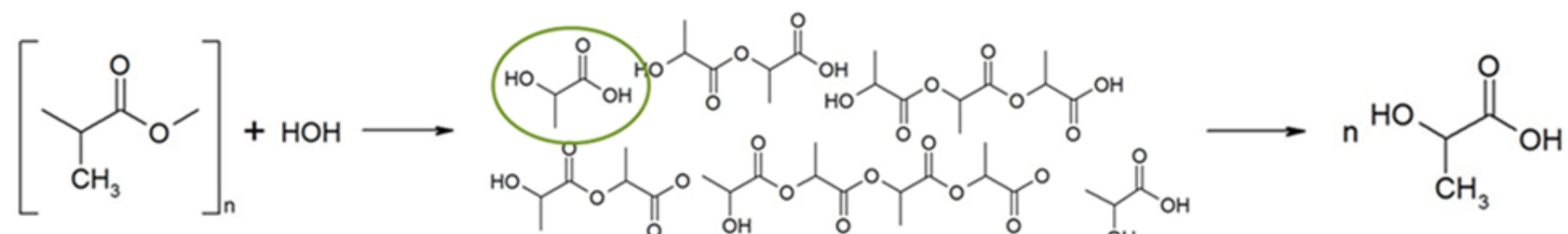
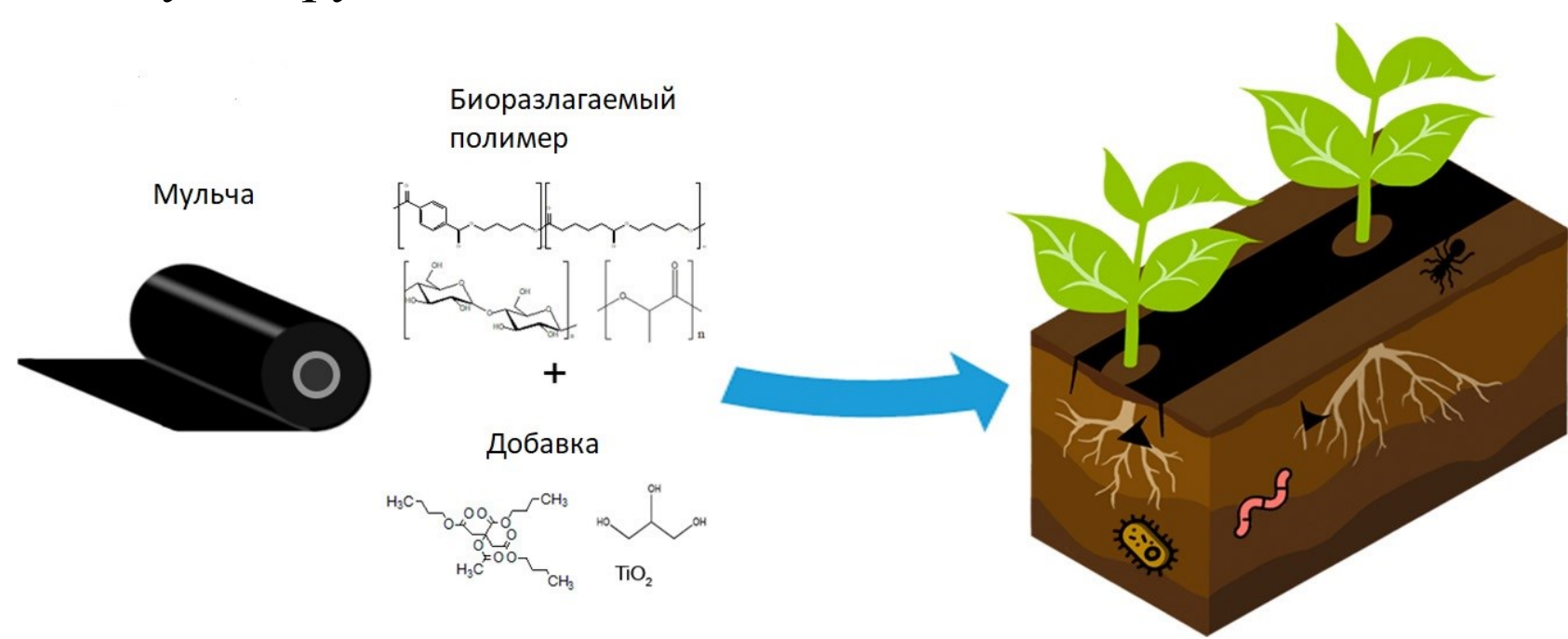


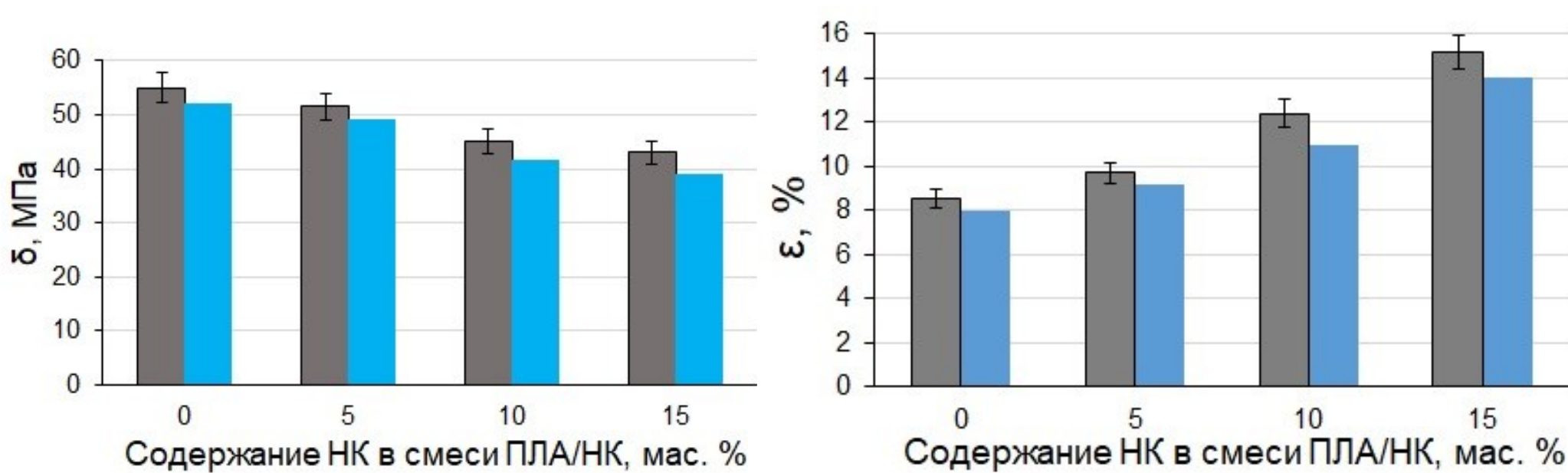
Схема гидролиза ПЛА

Для того чтобы биоразлагаемый материал подвергся разрушению, внеклеточные ферменты микроорганизмов должны разрушать мономерные связи полимерной цепи, а высвобожденные мономеры должны использоваться микроорганизмами, что в конечном итоге приводит к разрушению полимерных молекул до их основных соединений, углекислого газа, воды и минералов. Говоря о практическом применении биоразлагаемых пленочных материалов, то возможно использование в качестве мульчирующей пленки.



МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДО И ПОСЛЕ ИНКУБАЦИИ В ПОЧВЕ ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПЛА/НК

Уменьшенная фаза ПЛА в смеси и плохая межфазная адгезия между ПЛА и НК могут быть причинами некоторого снижения прочности в исходных композициях при увеличении содержания НК. Анализ механических характеристик после инкубации в почве в течение 3 месяцев показал, что показатели прочности при растяжении, относительное удлинение снижаются. Изменение данных свойств за счет добавки НК расширяет сферу применения ПЛА.

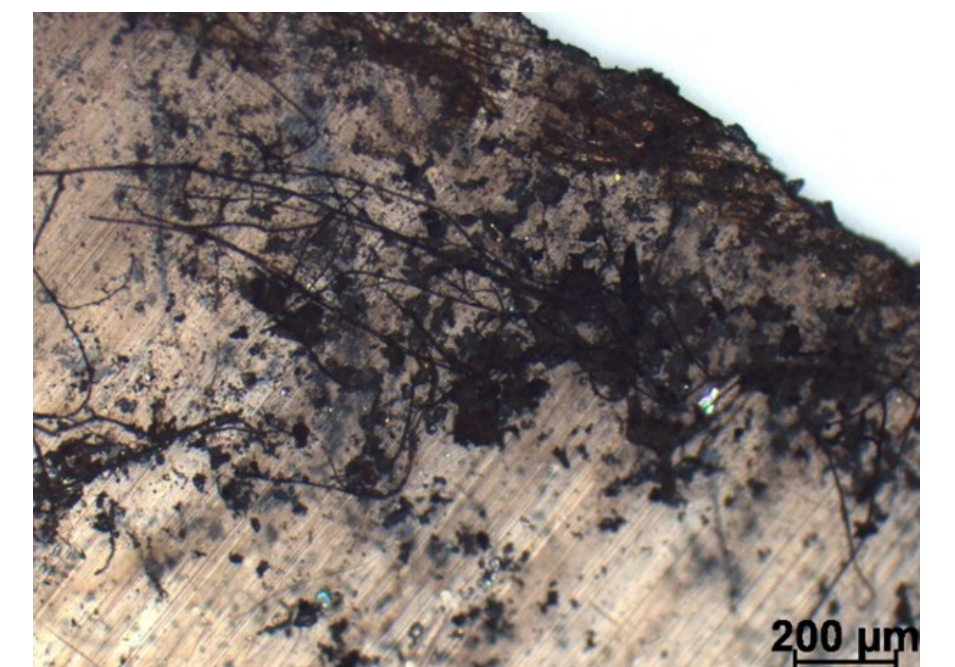
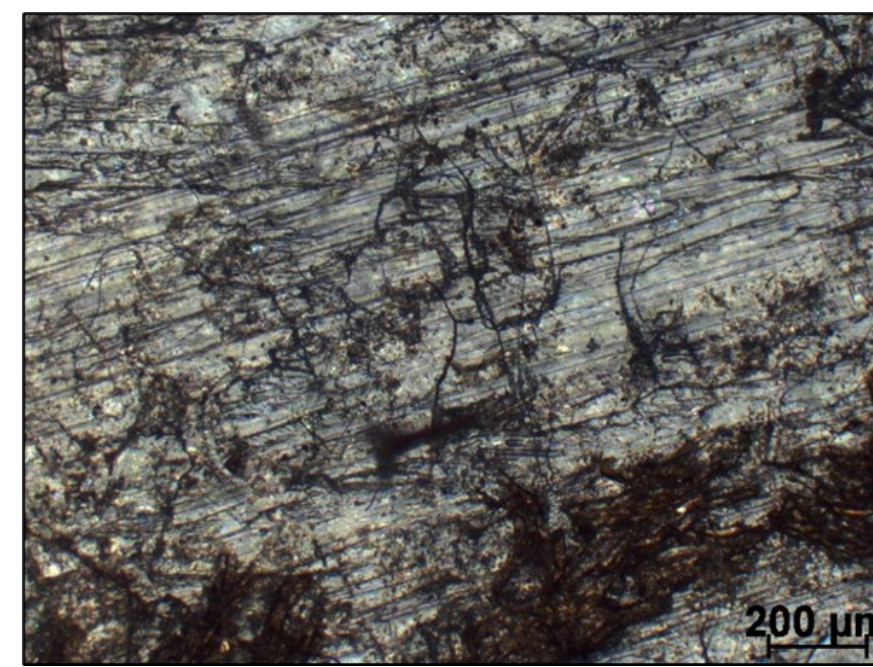


ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛОВ ПЛА/ПЭНП

ПЛА в матрице, мас%	Температура плавления, °C (Δ±0,5°C)	Общая степень кристалличности, % (Δ±1%)	Степень водопоглощения, мас% (Δ±0,3%)
0	105	25	0,5
10	164:104	44:19	1,9
20	163:103	43:18	3,5
30	164:104	52:16	5,7
100	165	45	2,1

ВЛИЯНИЕ ИНКУБАЦИИ В ПОЧВЕ КОМПОЗИЦИЙ ПЛА/ПЭНП

Биоразложению в почве будут подвергаться быстрее образцы с содержанием ПЛА больше 30 мас. %. Для остальных образцов потеря массы составляет 5-10% после 12 месяцев инкубации в грунте. Действительно, тест на биоразрушение показал, что свойства полимерных образцов ПЛА/ПЭНП значительно меняются от состава смеси. Это значит, что можно подобрать такое соотношение компонентов, при котором свойства материала будут соответствовать требованиям, предъявляемым к пленкам сельхозназначения.



а

б

Микрофотографии образцов композиций 50ПЛА-50ПЭНП (а) и 90ПЛА-10ПЭНП (б) до и после экспонирования в грунте в течение 12 месяцев

ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛОВ ПЛА/НК

НК в матрице, мас%	Температура плавления, °C (Δ±0,5°C)	Общая степень кристалличности, % (Δ±1%)	Степень водопоглощения, мас% (Δ±0,3%)
0	165	35	Пленки 3,0
5	164	31	3,7
10	161	30	6,3
15	161	28	6,5

После испытаний пленочных образцов ПЛА/НК в грунте в течение 3 месяцев степень кристалличности ПЛА в смесях после эксперимента увеличивается на 3-4%, температура плавления повышается на 2-3 °C. Очевидно, что натуральный каучук влияет на процесс деградации ПЛА. Одной из характеристик, влияющих на процесс биодegradации, является степень водопоглощения. При добавлении НК в матрицу ПЛА степень водопоглощения увеличивается.

В данной работе рассмотрен процесс биодegradации композиций на основе ПЛА. Установлено, что данный материал сохраняет эксплуатационные свойства для применения в качестве укрывного материала, но способность к биоразложению увеличивается. При инкубации в почве в течение 12 месяцев композиций ПЛА/ПЭНП отмечается визуальное разрушение материала.

При исследовании композиций ПЛА/НК отмечается, что эксплуатационные свойства при добавлении натурального каучука к ПЛА улучшаются: примерно в 2 раза увеличивается эластичность. Способность полимерной системы к биоразложению также увеличивается.