



УДК 631.86/.87.879

## Компостирование опилок: скрининг культур и их физиологическая активность

Л. А. Беловежец, И. В. Волчатова, С. А. Медведева

*Иркутский институт химии им. А. Е. Фаворского СО РАН, Иркутск*  
E-mail: [lyu-sya@yandex.ru](mailto:lyu-sya@yandex.ru)

**Аннотация.** Проведен скрининг культур микроорганизмов, способных к биотрансформации опилок. По совокупности данных выбрана композиция, наиболее эффективно воздействующая на субстрат. У всех исследованных культур выявлена антагонистическая активность, способность синтезировать регуляторы роста растений, определена их физиологическая активность.

**Ключевые слова:** скрининг микроорганизмов, опилки, компостирование, микробиологическая закваска.

Россия является одной из ведущих стран по объему заготавливаемой древесины. Только в Восточной Сибири ежегодно вырубается около 16 млн м<sup>3</sup> спелой древесины, которая используется лесоперерабатывающей, целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленностью или экспортируется. Необходимость утилизации отходов лесоперерабатывающей и гидролизной промышленности является одной из экологических проблем Сибири, в том числе Иркутской области. К настоящему времени в отвалах скопилось несколько миллионов тонн таких отходов. Они занимают большие площади и создают высокую пожароопасность. Существующие подходы не могут полностью решить проблему переработки лигноцеллюлозных отходов. В то же время микробиологическая деструкция с целью получения удобрений может позволить не только избавиться от огромного количества отходов, но и вернуть в биогеоценоз большое количество органического углерода.

Ранее нами был разработан метод ускоренного компостирования гидролизного лигнина. Превращение его в удобрение осуществляется за счет активного действия ассоциации выделенных из отходов грибов, актиномицетов и дрожжеподобных грибов. Процесс происходит в течение одного летнего сезона, не требует применения дорогостоящего оборудования, может быть модифицирован и легко привязан к месту действия. Цель настоящей работы – создание микробиологической закваски и оптимизация метода компостирования для других древесных отходов, в частности, опилок.

### *Материалы и методы*

Для компостирования опилок применяли смесь свежих опилок лиственных и хвойных пород деревьев. Грибы высаживались на стерильные опилки на месяц. Степень биологического обрастания опилок оценивали по шестибалльной шкале согласно ГОСТ 9.048-91. Для культур, наиболее сильно деструктурирующих опилки, проводили тесты на совместимость, в которых использовали радиальный метод посева испытываемых грибов к предварительно выросшей колонии исследуемого гриба на твердой среде Сабуро [3]. Среди грибов, используемых при скрининге для компостирования опилок, для дальнейшей работы были отобраны культуры актиномицетов, микро- и макромицетов. Культуры выращивали на жидкой среде Кирка в течение 5 суток [5].

Лабораторное компостирование проводили в течение 3 месяцев в термостатируемых условиях (26 °С). Во всех случаях пятисуточный инокулят вносили в стерильные опилки, увлажняя их до оптимальной влажности (60–70 %). Критериями качества компоста служили убыль лигнина и целлюлозы компостной массы, индекс ксилолиза, фитотоксичность, соотношение C/N готового компоста.

Для стимуляции образования ауксинов культурами в соответствующую культуральную среду добавляли D,L-триптофан в концентрации 200 мг/л. Затем биомассу отделяли фильтрованием через бумажный фильтр. В дальнейших экспериментах использовали только культуральные фильтраты. Количество

ауксинов определяли по методу Сальковского [4], а их активность – с помощью двух биотестов: по подавлению прорастания семян горчицы сарепской [2] и по интенсивности укоренения черенков фасоли [1]. Изучение гиббереллиноподобной активности (ГПА) проводили по удлинению гипокотилей салата Лолла Росса и по эндоспермальному тесту на беззародышевых половинках семян ячменя Неван [4]. Контролем служила стерильная питательная среда. Для построения калибровочного графика использовали натриевые соли гиббереллиновых кислот в соответствующих концентрациях.

### Результаты и обсуждение

Для скрининга был взят 21 штамм грибов, относящихся к разным классам. Основным критерием отбора культур для дальнейшей работы была скорость роста на стерильных опилках, изменение их внешнего вида (почернение древесных остатков и изменение их текстуры). В результате первичного скрининга были отобраны 7 культур, относящихся к высшим грибам: № 2, 10, 14, 16, 35, 48, 52.

Следующим шагом исследования было проведение тестов на совместимость. Заметное угнетение роста культуры № 35 культурами всех грибов позволило исключить его из дальнейших опытов.

В соответствии с совместимостью культур были составлены 4 различных варианта компостной закваски для испытаний:

1. № 2, 14, 48, 52.
2. № 2, 14, 16, 48, 52.
3. № 2, 10, 14, 48, 52.
4. № 2, 10, 14, 16, 48, 52.

Исходя из результатов предварительных экспериментов, и в соответствии с внешним видом компоста, оптимальным сроком компостирования признано 4 месяца. Критериями качества лабораторного компоста служили убыль

лигнина и целлюлозы компостной массы, индекс ксилолиза, фитотоксичность, соотношение C/N готового компоста. В результате эксперимента выявлено, что все варианты заквасок обладают высокой дереворазрушающей активностью (табл. 1). Лишь в варианте 4 убыль лигнина составляла 18,7 %, во всех остальных превышала 20 %. Убыль целлюлозы превышала 27 %. Индекс ксилолиза в среднем – 0,57. Компосты (за исключением варианта 4) не обладали фитотоксичностью. По совокупности параметров наилучшим был признан вариант 3.

Дальнейшие работы проводили с микроорганизмами, входящими в этот вариант закваски. Одним из аспектов работы являлась оценка фитогормонального потенциала вносимых культур.

Наличие гиббереллиноподобных веществ (ГПВ) по результатам эндоспермального теста было выявлено у всех культур. Большинство из них также удлиняли гипокотили салата. Максимальная активность была зафиксирована у культуры № 14 (см. табл. 2).

Индукция триптофаном синтеза ауксинов приводило к образованию ауксинов у двух культур из пяти (табл. 2). Высокая физиологическая активность выделяемых ауксинов подтверждалась биотестами. Оба штамма достоверно увеличивали количество корней у черенков фасоли (на 28–49 %) и снижали всхожесть семян горчицы.

Положительным качеством грибов являлась их биоцидная активность по отношению к фитопатогенным микроорганизмам. Так, совместное внесение сидерата и микроба-антагониста от обыкновенной корневой гнили ячменя ярового оказывает оздоравливающее действие на посадки ячменя [6].

Таблица 1

Результаты компостирования опилок различными вариантами заквасок

Вариант	Убыль		Индекс ксилолиза	C/N	Фитотоксичность (% проросших семян)*
	лигнина, %	целлюлозы, %			
1	20,4±0,1	27,6±0,1	0,57	22,9	86±6
2	22,4±0,2	27,8±0,3	0,55	25,5	82±5
3	25,1±0,2	31,5±0,2	0,56	17,5	86±6
4	18,7±0,4	27,9±0,1	0,60	23,3	56±4

\* % проросших семян в контроле 76±3 %

Таблица 2

Физиологическая активность и количество фитогормонов в культуральных фильтратах

Культура	Длина гипокотилей салата, см	Количество ГПВ, мкг/мл	Количество проросших семян горчицы	Количество корней фасоли	Количество ауксинов, мкг/мл
Контроль	0,57	0	30	24	0
2	0,43	50	17	32	90
10	0,81	20	29	23	0
48	0,93	45	19	31	51
14	0,97	100	27	19	0
52	0,94	55	28	20	0
НСР <sub>0,5</sub>	0,19	–	4	2	–

Активность исследуемых микроорганизмов определяли по отношению к возбудителю заболевания картофеля *Fusarium orthoceras*.

Антагонистической активностью обладали грибы № 2, 10, 14, 16. Диаметр зоны отсутствия роста гриба *F. orthoceras* колебался в пределах от 0,1 до 1,2 см, т. е. данные культуры выделяли в среду соединения, подавляющие рост фитопатогенного гриба. Самую высокую активность проявила культура № 14 (рис.).

Подобная активность немаловажна для компоста, так как в почве, как правило, присутствуют фитопатогенные грибы, и наличие в удобрении культур, обладающих антифунгальным действием и при этом не подавляющих друг друга, улучшит санитарное состояние почвы, что повлияет на качество урожая сельскохозяйственной продукции вследствие снижения заболеваемости растений.



Рис. Антагонистическая активность культуры № 14

### Заключение

Таким образом, был проведен скрининг культур микроорганизмов, способных к биотрансформации опилок. По совокупности данных (скорость роста и совместимость грибов, степень деструкции опилок, убыль лигнина и целлюлозы, фитотоксичность компоста) выбрана композиция, наиболее эффективно воздействующая на субстрат. У всех культур выявлена способность синтезировать регуляторы роста растений, определена их физиологическая активность. Наибольшей ауксиновой активностью обладала культура № 2, а гиббереллиновой – культура № 14. Фитогормональная активность культур, населяющих компост, станет дополнительным стимулом для развития растений, что позволит увеличить их урожайность.

### Литература

1. Возняковская Ю. М. Микрофлора растений и урожай / Ю. М. Возняковская – Л. : Колос, 1969. – 240 с.
2. Методы определения фитогормонов и фенолов в семенах / под ред. М. Г. Николаевой. – Л. : Наука, 1979. – 78 с.
3. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / под ред. Н. С. Егорова – М. : МГУ, 1995. – 224 с.
4. Чумаков М. И. Новый ассоциативный diaзотроф *Agrobacterium radiobacter* из гистосферы пшеницы / М. И. Чумаков [и др.] // Микробиология. – 1992. – Т. 61, № 1. – С. 92–102.
5. Kirk T. K. Influence of culture parameters on lignin metabolism by *Phanerochaete chrysosporium* / T. K. Kirk [et al.] // Arch. Microbiol. – 1978. – Vol. 117, № 3. – P. 277–285.
6. Obregon-Gomez M. Use of *Trichoderma* sp / on soil microbiology improvement for organic agriculture in Costa Rica / M. Obregon-Gomez // J. Zhejiang Univ. Agr. and Life Sci. – 2004. – Vol. 30, № 4. – P. 409.

## Sawdust composting: cultures screening and their physiological activity

L. A. Belovezhets, I. V. Volchatova, S. A. Medvedeva

A. E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry SB RAS, Irkutsk

**Abstract.** Screening of microorganism cultures capable to realize sawdust biotransformation has been carried out. A composition with the most effective action upon the substrate has been selected by data collection. All the cultures studied demonstrated antagonist activity and ability to synthesize plant growth regulators. Their physiological activity has been determined.

**Key words:** microorganisms screening, sawdust, composting, microbiological inoculum.

*Беловежец Людмила Александровна*  
*Иркутский институт химии им. А. Е. Фаворского*  
*СО РАН*  
*664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1*  
*кандидат биологических наук*  
*младший научный сотрудник*  
*тел. (395 2) 42-69-11,*  
*факс (395 2) 51-19-26, 41-93-46*  
*E-mail: lyu-sya@yandex.ru*

*Belovezhets Lyudmila Aleksandrovna*  
*Irkutsk Institute of Chemistry SB RAS*  
*664033, Irkutsk, 1, Favorskogo*  
*Ph. D. in Biology, research scientist*  
*phone: (395 2) 42-69-11,*  
*fax: (395 2) 51-19-26, 41-93-46*  
*E-mail: lyu-sya@yandex.ru*

*Медведева Светлана Алексеевна*  
*Иркутский институт химии им. А. Е. Фаворского*  
*СО РАН*  
*664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1*  
*доктор химических наук, профессор*  
*тел. (395 2) 51-14-30,*  
*факс (395 2) 51-19-26, 41-93-46*  
*E-mail: msa@irioch.irk.ru*

*Medvedeva Svetlana Alekseevna*  
*Irkutsk Institute of Chemistry SB RAS*  
*664033, Irkutsk, 1, Favorskogo*  
*D. Sc. in Chemistry, Prof.*  
*phone: (395 2) 42-69-11,*  
*fax: (395 2) 51-19-26, 41-93-46*  
*E-mail: msa@irioch.irk.ru*

*Волчатова Ирина Владимировна*  
*Иркутский институт химии им. А. Е. Фаворского*  
*СО РАН*  
*664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1*  
*кандидат биологических наук*  
*старший научный сотрудник лаборатории биохимии*  
*природных полимеров*  
*тел. (395 2) 51-14-30, факс (395 2) 51-19-26, 419346*  
*E-mail: irina@irioch.irk.ru*

*Volchatova Irina Vladimirovna*  
*Irkutsk Institute of Chemistry SB RAS*  
*664033, Irkutsk, 1, Favorskogo*  
*Ph. D. in Biology, senior research scientist,*  
*Laboratory of Biochemistry of Natural Polymers*  
*phone: (395 2) 42-69-11,*  
*fax: (395 2) 51-19-26, 41-93-46*  
*E-mail: irina@irioch.irk.ru*