

### УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГРИБА ВЕШЕНКА

**Кудря А.М.**, Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия,  
[alex427@rambler.ru](mailto:alex427@rambler.ru)

В настоящее время общее количество грибов, ежегодно потребляемых населением земного шара, составляет около 6,5 млн. т., из них в 2003 г. в лесах было собрано только 0,4 млн. т., а 6,1 млн. т. выращено на специализированных грибоводческих фермах и в хозяйствах по производству плодовых тел культивируемых съедобных грибов. Годовой прирост производства искусственно выращиваемых грибов в 1998-2003 гг. составлял около 26%.

Ускоренное развитие грибоводства – один из эффективных путей решения проблемы нехватки полноценных продуктов питания, получения новых лекарственных веществ, снижения загрязнения окружающей среды за счет утилизации разнообразных отходов сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности. По мнению наиболее авторитетного в области культивирования грибов профессора С.Т. Чанга (Китай), XXI столетие будет ознаменовано «незелёной революцией» вследствие бурного роста производства съедобных грибов.

Съедобные грибы, которые выращивают на растительных остатках (вешенка и др.), содержат более 35% протеина (белка), все незаменимые для питания человека аминокислоты, ненасыщенные жирные кислоты, витамины, важнейшие макро- и микроэлементы. Особенно богаты грибы лизином, триптофаном и треонином, которых мало в растениях, а также железом и кобальтом. Грибы являются источником витаминов С, D, E, группы В, содержат антиоксидантный комплекс, биологически активные соединения. Грибы ценятся как диетический продукт из-за малого количества калорий, жиров, натрия, а также отсутствия холестерина, нитратов и нитритов. Во многих странах (Япония, Китай, Корея, США, Канада, Франция и др.) культивируемые съедобные грибы используются не только как продукты питания, но и как ценное сырье для производства лечебно-профилактических и лекарственных веществ с широким спектром действия. Мировое производство лекарств из культивируемых грибов приносит ежегодную прибыль в сумме 1,2 млрд. американских долларов.

Растительное сырье в целом бедно белком и основными нерастворимыми компонентами его являются полисахариды: целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин. Сложная структура лигноцеллюлозного комплекса весьма устойчива к ферментативному разрушению. Среди организмов, участвующих в деградации растительных остатков в природных условиях, наиболее заметную роль играют кислототрофные или дереворазрушающие базидальные грибы. К этой группе относятся виды рода вешенка, обладающие способностью разлагать как целлюлозу, так и лигнин.

В настоящее время установлено, что вещества, продуцируемые многими видами культивируемых грибов, обладают онкостатическим, антисклеротическим и антиоксидантным действием, способным повышать иммунитет к вирусным заболеваниям, повышать радиорезистентность организма, снижать вредное воздействие лучевой физиотерапии. Так, препараты, полученные из грибов шиитаке, укрепляют сердечную мышцу, снижают уровень холестерина в крови. Иммуномодуляторы грибного происхождения, получаемые из вешенки – это полисахариды, имеющие специфические гликозидные связи, что вызывает противоопухолевое действие. Эффективным

фармакологическим действием обладают также сухой порошок гриба (в виде капсул, чая) и спиртовые настойки.

Помимо чисто экономической выгоды, искусственное выращивание съедобных грибов имеет ряд экологических преимуществ. В России каждый год остается 500 млн. тонн отходов растениеводства, большая часть которых не утилизируется, а сжигается или гниет. Неблагоприятная обстановка, сложившаяся в связи с нерешенной проблемой утилизации отходов, грозит экологической катастрофой нашей стране и, в частности, для края. Одним из вариантов решения этой проблемы является биоконверсия растительных отходов при производстве гриба вешенки.

Проведенный анализ сырьевых ресурсов Краснодарского края показал, что здесь имеются разнообразные источники сырья: сельскохозяйственная, лесная и перерабатывающая промышленности. Культивирование вешенки на дешевых, недефицитных лигноцеллюлозных субстратах обеспечивает низкую себестоимость продукции и позволяет утилизировать растительные отходы без загрязнения окружающей среды, так как отработанный субстрат после культивационного цикла можно использовать в качестве органических удобрений под различные сельскохозяйственные культуры («микоудобрения») или как питательную добавку в корм животным («микокорм»). На материале проведенных экспериментальных исследований нами установлено, что при интенсивном культивировании биологическая ценность субстратов после плодоношения вешенки увеличивается за счет повышения содержания аминокислот, в том числе незаменимых, минеральных элементов – магния и железа, накопления витаминов: тиамина, пиридоксина, ниацина, биотина и рибофлавина.

Однако чтобы создать оптимальную технологию безотходного производства плодовых тел вешенки, необходимо решить проблемы по подбору субстратов. Субстратами для выращивания вешенки служили такие виды сырья, как опилки лиственных пород, солома пшеницы, лузга подсолнечника, рисовая солома, а также их различные сочетания. Эффективность использования субстратов вешенкой оценивали по следующим показателям: длина ножки, ширина шляпки (максимальная, минимальная), максимальная масса 1 куста, количество примордий на мешке, количество грибов на 1 кусте, масса грибов.

Использовали следующие субстраты:

- лузга подсолнечника;
- лузга подсолнечника + солома рисовая (40%/60%);
- лузга подсолнечная + солома пшеничная (50%/50%);
- солома пшеничная + опилки лиственные (50%/50%).

Компоненты для субстрата были выбраны по объективным для Краснодарского края причинам: доступность данного сырья, отсутствие способов утилизации отходов растениеводства. Процентное же соотношение субстратов определялось по свойствам сырья – питательность; влагоемкость; плотность растительных компонентов.

Во всех субстратах использовались штаммы: НК-35, лимонно-желтый (Л-Ж), польский (POL), зоммер (ZOM).

Масса мешка – 3 кг. Все компоненты субстрата были измельчены и подвергались обработке паром, по технологии пастеризации. Все технические условия по выращиванию были выдержаны в пределах: температура – 20-25°C в первую фазу обрастания и 12-15°C в первой фазе плодоношения при влажности близкой к 100%.

После засева на перфорированные мешки надевают еще один мешок сверху, такой научной новинке было дано название «двойной мешок». Это позволило предохранить мешки от пересыхания и сократить расходы на увлажнение помещения. Поддерживалась только необходимая температура 20-25°C. Ниже, в таблицах 1-4, приводятся усредненные показатели.

В результате анализа полученных данных установили влияние сочетания субстратов и штаммов на органолептические качества гриба, что субстрат не оказывает коренных изменений на длину ножки, ширину шляпки, которые находятся в пределах сортовых качеств штаммов.

Таблица 1

## Культивирование вешенки на лузге подсолнечника

Штамм Показатели	НК-35	POL	SAM	Л-Ж
длина ножки (см)	2,60	2,63	3,27	3,53
ширина шляпки (см)	max	12,60	11,00	10,10
	min	3,80	3,67	3,27
максимальная масса куста (г)	196,70	210,00	185,00	181,67
количество примордий на мешке	7,70	8,67	6,67	6,33
количество грибов в кусте	14,7	12,30	8,67	14,67
масса грибов (г)	613,3	616,67	436,67	640,00

Таблица 2

Культивирование вешенки  
на субстрате лузги подсолнечника + половы пшеничной (50%/50%)

Штамм Показатели	НК-35	POL	SAM	Л-Ж
длина ножки (см)	2,57	2,73	3,06	3,77
ширина шляпки (см)	max	11,87	10,73	9,40
	min	3,57	3,67	3,30
максимальная масса куста (г)	220,00	160,00	190,00	146,67
количество примордий на мешке	6,67	8,30	8,67	5,00
количество грибов в кусте	11,67	11,30	11,60	10,67
масса грибов (г)	683,30	350,00	416,67	356,67

Таблица 3

Культивирование вешенки  
на субстрате лузги подсолнечника + соломы рисовой измельченной (60%/40%)

Штамм Показатели	НК-35	POL	SAM	Л-Ж
длина ножки (см)	2,97	2,77	3,11	2,13
ширина шляпки (см)	max	10,00	9,03	9,20
	min	3,11	3,03	2,87
максимальная масса куста (г)	240,00	203,30	201,67	210,00
количество примордий на мешке	9,00	7,30	9,00	5,30
количество грибов в кусте	6,67	7,67	12,00	10,00
масса грибов (г)	650,00	556,67	663,30	506,67

Таблица 4

Культивирование вешенки  
на субстрате половы пшеничной + опилок (50%/50%)

Штамм		НК-35	POL	SAM	Л-Ж
Показатели					
длина ножки (см)		2,57	2,77	2,93	3,03
ширина шляпки (см)	max	10,03	9,03	8,93	8,27
	min	3,26	3,48	2,80	2,50
максимальная масса куста (г)		203,30	220,00	173,30	201,67
количество примордий на мешке		8,67	9,00	7,67	5,67
количество грибов в кусте		8,67	8,67	10,00	11,67
масса грибов (г)		490,00	433,30	340,00	396,67

Исходя из данных таблиц, можно сделать вывод, что субстрат оказывает непосредственное влияние на массу выхода плодовых тел гриба. Рассмотрим показатели штамма НК-35: количество примордий колеблется в пределах  $\approx 7-9$  шт., количество грибов в кусте варьирует таким образом, что, чем меньше примордий на мешке, тем больше в них грибов, т.е. на мешках с количеством примордий около 9 (третий (8,67) и четвертый (9) субстраты) количество грибов составило  $\approx 8,67$  и  $6,67$  шт. соответственно. А на первом (7,7 шт.) и втором (6,7) субстратах количество грибов составило  $\approx 14,7$  и  $11,67$  шт. соответственно. Но, несмотря на то, что в среднем эти показатели колеблются в близких пределах, общая масса грибов, являющаяся основным критерием отбора, различна (для остальных штаммов показатели количества примордий и грибов в них также не имеют значительных различий). Во всех штаммах наблюдаются резкие скачки по основополагающему показателю общей массы. В связи с этим можно сделать вывод, что именно питательная среда субстрата повлияла на увеличение массы гриба. Для выявления наиболее эффективных субстратов и оптимального для дальнейшего использования штамма нами был проведен дисперсионный анализ статистических данных массы гриба. Рассматривались фактор А – оптимальный штамм и фактор В – наиболее эффективные субстраты. Полученные данные приведены в таблице 5.

Таблица 5

Дисперсионный анализ статистических данных массы гриба

субстрат штамм	1. лузга подсол- нечника	2. лузга + полова пшеничная	3. лузга + солома рисовая	4. полова пшеничная + опилки	Средний по ф. А НСР=0,034
POL	0,62	0,37	0,56	0,43	0,49
НК-35	0,61	0,68	0,65	0,49	0,60
Л – Ж	0,64	0,36	0,51	0,40	0,47
SAM	0,44	0,42	0,66	0,34	0,46
Средний по ф. В НСР=0,054	0,58	0,43	0,59	0,40	

По фактору В выявлены наиболее эффективные по всем штаммам субстраты: лузга подсолнечника + солома рисовая (40%/60%) и лузга подсолнечника. Кроме того, на лузге подсолнечника + соломы рисовой (40%/60%) была выявлена высокая скороспелость – 14 дней. Урожайность в среднем составила 19-20%.

По фактору А выявлен наиболее оптимальный со всеми субстратами штамм НК-35. Урожайность составила 20% от массы мешка. Таким образом, в дальнейшем целесообразно использовать штамм НК-35 на субстратах лузга подсолнечника + солома рисовая (40%/60%) и лузга подсолнечника.

Можно так же отметить наиболее удачное сочетание штамма НК-35 и субстрата лузга подсолнечника + солома пшеничная. Урожайность составила 22-23%.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- Культивирование вешенки на дешевых, недефицитных лигноцеллюлозных субстратах обеспечивает низкую себестоимость продукции и позволяет утилизировать растительные отходы без загрязнения окружающей среды.

- В условиях Краснодарского края экономически эффективно использовать субстраты из лузги подсолнечника, лузги подсолнечника + соломы рисовой (40%/60%) и из лузги подсолнечника + соломы пшеничной.

- Наиболее оптимальный из исследуемых штамм НК-35.

- На лузге подсолнечника + соломы рисовой (40%/60%) была выявлена высокая скороспелость – 14 дней, что обусловлено составом и соотношением компонентов субстрата.

- Использование «двойного мешка» дает возможность улучшить технологические параметры в первую фазу обростания и сократить расходы по поддержанию необходимой влажности.

- Полученные результаты с успехом используются в некоторых грибоводческих хозяйствах края.