

ПРИМЕНЕНИЕ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА СУБСТРАТА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ БАЗИДИАЛЬНОГО ГРИБА ВЕШЕНКА ОБЫКНОВЕННАЯ

Приведены результаты исследований влияния пивной дробины на урожайность и питательность грибов. Показано, что внесение пивной дробины в дозе 15-20% к массе субстрата, содержащего солому и лузгу, способствует увеличению урожайности грибов до 70% и повышению в них содержания белка в 1,2 раза и жира в 2,4 раза.

В пивоварении образуется значительное количество пивной дробины (ПД) – отхода с большой влажностью, нестойкого при хранении. Несмотря на множество способов хранения и переработки, дробина не используется полностью в качестве вторичного сырья, что приводит к ее накоплению на пивоваренных предприятиях и к порче (разложению и перегниванию). В результате это приводит к тому, что пивная дробина для одних биологических сред становится загрязнителем, а для других – ценным компонентом. Проблемы на пивоваренных предприятиях, связанные с накоплением отходов и изменением их свойств при хранении, делают *актуальными* исследования по изучению возможности более полного использования отходов в качестве компонентов различных биологических систем.

Анализируя возможность более полного использования пивной дробины, мы провели оценку ее сырьевой ценности. Анализ вещественного состава проводили по утвержденным и введенным в действие государственным стандартам «Зерно. Методы определения...». При этом влажность определяли по стандартной методике, золу – по ГОСТ 10847-74 (расхождение 0,1%), белок – по ГОСТ 10846-91 (допускаемое расхождение 0,3%), жир – по ГОСТ 29033-91 (расхождение в процентах при $P=0,95$ $d=0,02+0,23X$), клетчатку – по ГОСТ 13496.2-91 (допускаемое расхождение в процентах при $P=0,95$ $d=0,386+0,056X$). Вещественный состав ПД представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав пивной дробины

Наименование отхода	Содержание, г. на 100 г. сухого вещества			
	жира	зола	протеина	клетчатки
Пивная дробина	2,3	1,24	6,32	5,39

Проведенный анализ показал, что пивная дробина является составом, богатым органическими веществами, представленными белками, жирами, клетчаткой. В результате сделан вывод о том, что

ПД может использоваться в качестве компонента различных испытывающих недостаток в органическом веществе биологических систем.

Нами предлагается использование пивной дробины в качестве компонента субстрата для выращивания базидиального дереворазрушающего гриба вешенка обыкновенная.

Искусственное (интенсивное) культивирование гриба вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*) последнее время получило широкое распространение благодаря технологии приготовления субстрата [1, 2]. Для вешенки технология значительно короче и менее объемна по сравнению, например, с технологией выращивания шампиньона двухспорового [3]. Вешенка об. является дереворазрушающим грибом с набором специфических ферментов, воздействующих на лигнин-целлюлозный комплекс [4, 5]. Данный гриб культивируют интенсивным методом на целлюлозо-содержащих отходах: древесных опилках, соломе и лузге [6, 7]. Недостатком при применении перечисленных отходов является низкая питательная ценность. Поэтому актуальным является изыскание новых компонентов субстрата, увеличивающих питательность грибов, а именно содержание белка.

Первоначально была изучена возможность использования дробины в качестве субстрата для гриба вешенка об. Для этого были систематизированы и описаны требования, предъявляемые к органическим веществам, используемым в качестве субстратов для интенсивного культивирования всех базидиальных грибов, а также для дереворазрушающих грибов. Затем проанализирован состав ПД на соответствие предъявляемым требованиям с целью выявления достоинств и недостатков, а также для определения граничных условий ее использования.

Основными требованиями, предъявляемыми к субстратам для выращивания грибов, являются: определенные условия внешней среды, оптимальные для развития мицелия (температура, показатели

влажности и воздухообмена); выдерживание технологии выращивания и соблюдение всех ее режимов; тип и питательность субстрата, определяющие рост и развитие различных грибов (почвенных сапрофитов, дереворазрушающих и микоризных грибов); содержание клетчатки в субстрате, в зависимости от типа гриба (у вешенки об. не меньше 35%); содержание углерода и отношение содержания углерода к азоту в субстрате в зависимости от типа гриба (отношение должно быть больше единицы); наличие подходящего источника углерода для данного вида гриба (для вешенки об. это клетчатка); содержание азота в субстрате в зависимости от типа гриба – 1-1,5% азота, 4-6% азота, 10-14% азота (субстрат гриба вешенка об. по содержанию азота относится ко 1-ой группе).

При использовании пивной дробины в качестве компонента субстрата для выращивания гриба вешенка достоинством является наличие в отходе одновременно клетчатки и белка. С добавлением данных веществ субстрат и грибы могут обогащаться азотом, что приведет к увеличению обмена веществ у грибов и увеличению их питательности. К недостаткам следует отнести необратимые процессы разложения и гниения ПД при хранении. В связи с этим предлагается использование свежей пивной дробины в качестве субстрата (со сроком хранения до 2 суток).

При определении дозы ПД в субстрате первостепенным является вопрос плодородия субстрата. Проверка экологической безопасности рекомендуемого способа использования ПД не представляется целесообразной, так как он не загрязнен химически и биологически. Данное утверждение объясняется чрезмерной чувствительностью грибницы к нарушению питательности субстрата, к химическим токсикантам и к конкурирующей микрофлоре.

Необходимой дозой внесения дробины считается такое ее количество, при котором максимальный прирост урожайности грибов сочетается с приемлемыми потребительскими свойствами продукции. Однако на начальной стадии, исходя из требований, предъявляемых к субстратам для выращивания грибов, доза должна контролироваться содержанием клетчатки и отношением углерода к азоту, то есть следующими условиями (формулы 1 и 2):

$$C_{\text{клет}} \geq 35\% \quad (1)$$

$$C_C / C_N > 1 \quad (2)$$

где С – содержание клетчатки, углерода и азота в субстрате, %.

Изучалась возможность введения в целлюлозный субстрат, содержащий солому и лузгу в соотношении 1:1, пивной дробины в количестве от 5 до 25% к массе субстрата (в пересчете на сухое вещество), являющейся среднесодержащим азот сырьем. В результате происходит обогащение целлюлозосодержащего субстрата азотом, необходимым для роста грибов. Ведь именно грибы, после мяса, являются источником белка.

На грибной фабрике были поставлены эксперименты по подготовке субстрата и установлению доз внесения данного компонента с целью поиска путей повышения питательных свойств грибов. Объектом исследования являлся гриб вешенка обыкновенная. Схема опытов представлена следующими вариантами: 1) субстрат, содержащий солому и лузгу в отношении 1:1; 2) добавление 5% пивной дробины к массе субстрата (солома + лузга в отношении 1:1); 3) добавление 10% пивной дробины к массе субстрата; 4) добавление 15% пивной дробины к массе субстрата; 5) добавление 20% пивной дробины к массе субстрата; 6) добавление 25% пивной дробины к массе субстрата. Опыт проводился дважды в четырехкратной повторности. Условия проведения опыта, соответствующие технологии выращивания грибов, для всех вариантов были одинаковыми. Единственным различием был состав субстрата, что обеспечило наличие сравнимости.

Исходное сырье смешивали в пропорциях в соответствии с вариантами схемы опытов, засыпали в мешки и подвергали пастеризации с последующей ферментацией в ферментационном помещении в течение суток. После ферментации сырье охлаждали и инокулировали посадочным мицелием. Сырье, набитое в блоки, помещали в культивационное помещение на 30-40 суток до полного зарастания субстрата мицелием грибницы, а затем блоки переставляли в помещение плодоношения на 50 дней. При проведении эксперимента была собрана первая волна грибов.

Отслежено изменение массы выросших и собранных грибов путем взвешивания на электронных весах. Собранные грибы высушены до воздушно сухого состояния и измельчены. Проведен биохимический анализ грибов.

В грибах определена зольность по ГОСТ 26226-95 (предельная погрешность в процентах при $P=0,95 \quad d=0,038X+0,049$), белок по ГОСТ 13496.4-93 (допускаемое расхождение в процентах при $P=0,95 \quad d=0,019+0,030X$), жир по ГОСТ 13496.15-97 (допускаемое расхождение в процентах при $P=0,95 \quad d=0,34+0,05X$), клетчатка по ГОСТ

13496.2-91 (допускаемое расхождение в процентах при $P=0,95$ $d=0,386+0,056X$).

Анализируемые субстраты для выращивания гриба вешенки об. различались по содержанию клетчатки и азота (таблица 2). Содержание углерода в субстратах изменялось незначительно (в пределах ошибки эксперимента при его определении) и равно 39%. Отношение углерода к азоту больше 1.

Таблица 2. Влияние доз внесения пивной дробины на основные показатели субстрата

Доза внесения дробины в субстрат, в %	Отношение углерода к азоту	Содержание ценных компонентов, в %	
		клетчатки	азота
Контроль	30,0	43,9	1,3
5	27,9	42,5	1,4
10	26,0	41,1	1,5
15	23,0	39,7	1,7
20	21,7	38,3	1,8
25	20,5	37,0	1,9

При внесении дробины в качестве компонента субстрата наблюдается уменьшение количества клетчатки, увеличение количества азота и уменьшение отношения углерода к азоту в субстрате по отношению к контролю, а при выборе дозы внесения пивной дробины ограничивающим условием является содержание клетчатки. В связи с приведенными данными представляется целесообразным внесение дробины в субстрат в количестве до 25% от общей массы.

Наблюдения показали, что внесение в субстрат большого количества пивной дробины нецелесообразно, так как происходит плесневение субстрата. То есть в системе появляется ограничение по содержанию плесени, гнилостных и патогенных микроорганизмов. Для сравнения был определен химический состав компонентов обычного субстрата – соломы и лузги, а также пивной дробины (таблица 3).

Таблица 3. Химический анализ веществ, входящих в состав субстрата

Наименование компонентов субстрата	Содержание, г. на 100 г. сухого вещества			
	жира	зола	протеина	клетчатки
Пивная дробина	6,8	3,7	24,8	16,1
Солома	0,7	3,0	8,8	38,4
Лузга	2,1	3,0	7,0	49,4

Пивная дробина по сравнению с соломой и лузгой богата белком, однако чрезмерное увеличение дозы пивной дробины может вызвать плесневение

субстрата, так как в нем должно содержаться больше клетчатки. Исходя из данных химического анализа компонентов субстрата, видно, что пивная дробина содержит протеина в 3 раза больше, чем солома, и в 3,5 раза больше по сравнению с лузгой, а жира в 10 раз больше, чем содержится в соломе, и в 3 раза больше, чем содержится в лузге.

Поэтому добавление дробины, богатой азотом, целесообразно при выращивании грибов вешенка об., являющихся источником белка, для повышения питательности грибов.

Нами было изучено влияние количества вносимой в субстрат дробины на массу гриба вешенка об. (таблица 4).

Таблица 4. Влияние доз внесения пивной дробины на урожайность грибов, кг с 1 блока

Доза внесения дробины в субстрат, %	Повторности				В среднем по варианту
	1	2	3	4	
Контроль	1,2	1,4	1,4	1,2	1,3
5	1,3	1,6	1,6	1,4	1,5
10	1,6	1,8	1,9	1,9	1,8
15	1,9	2,4	2,3	2,1	2,2
20	1,2	1,6	1,4	1,4	1,4
25	1,1	0,7	0,9	0,9	0,9

Примечание: влажность грибов 95%.

Затем был проведен дисперсионный анализ данных урожайности грибов в зависимости от изменения доз внесения пивной дробины на значимость действия изучаемого фактора (дозы удобрения) по F-критерию. Анализ подтвердил наличие существенных различий между вариантами опыта.

Оптимальная доза дробины ($D_{\text{опт}}$), при которой получен максимальный урожай ($Y_{\text{макс}}$), равна 15%. При дальнейшем добавлении дробины прирост урожайности грибов падает. При добавлении к субстрату различных доз (D) дробины до 15% к общей массе собранное количество грибов (Y) рассчитано по сравнению с контролем и описывается уравнением 3.

$$Y = 0,06D + 1,25 \quad (3)$$

Внесение пивной дробины обуславливает прирост урожайности грибов уже при ее 5% содержании в субстрате. Максимальный урожай был собран с субстрата, содержащего 15% пивной дробины, и составил 2,2 кг, что на 69% больше по сравнению с контролем. Следовательно, повышение питательных свойств субстрата за счет ПД привело к увеличению урожая собранных грибов на значимую величину.

Нами изучалось влияние пивной дробины, используемой в качестве компонента субстрата при выращивании базидиального гриба вешенка об., не

только на урожайность, но и на изменение его питательной ценности. При этом проведен химический анализ собранных грибов, по результатам которого отслежены определенные закономерности (таблица 5).

Таблица 5. Влияние доз внесения пивной дробины на содержание основных питательных веществ в грибах вешенка обыкновенная

Доза внесения дробины в субстрат, %	Содержание питательных веществ, г в 100 г сухого вещества			
	протеина	зольности	жира	клетчатки
Контроль	23,3	5,7	0,8	10,5
5	24,2	6,5	0,9	13,1
10	25,1	7,3	1,6	13,2
15	26,8	7,5	1,9	11,6
20	28,9	6,8	1,3	9,6
25	27,7	8,7	1,2	11,0

Добавление различных доз пивной дробины при выращивании гриба вешенка об. влияет не только на изменение урожайности, но и на процентное содержание питательных веществ. С увеличением дозы дробины в субстрате в грибах увеличивается содержание протеина и жира. Максимальное количество протеина содержится в грибах, собранных с субстрата, содержащего 20%

дробины, что в 1,2 раза превышает контроль; максимальное количество жира наблюдается в грибах, собранных с субстрата, содержащего 15% дробины, что в 2,4 раза больше по отношению к контролю. Увеличение питательности, а именно жира и протеина, в субстрате способствует увеличению аккумуляции микроэлементов в грибах. Больше всего макро- и микроэлементов содержится в грибах, собранных с субстрата, содержащего 25% пивной дробины, что в 1,5 раза больше по отношению к контролю.

Таким образом, при использовании пивной дробины в качестве компонента субстрата для выращивания базидиального дереворазрушающего гриба вешенки обыкновенной происходит утилизация пивной дробины и увеличивается сбор грибов (до 70%), возрастает питательность грибов за счет увеличения содержания в них белка (в 1,2 раза) и жира (в 2,4 раза).

Следовательно, проведенные исследования и полученные результаты подтверждают наше предположение о том, что пивная дробина может выступать компонентом субстрата при выращивании базидиального дереворазрушающего гриба вешенка обыкновенная.

Список использованной литературы:

1. Бисько Н.А., Дудка И.А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка. – Киев: Наукова думка, 1987. – 146 с.
2. Медведев В.А. Гриб вешенка. Технология выращивания. - М.: МП. Сатурн, 1993-110 с.
3. Пивень И.О., Ермолаева В.Н. Выращивание шампиньонов и вешенки. – Львов: Каменяр, 1988. – 88 с.
4. Производство высших съедобных грибов в СССР / Под ред. И.А. Дудки. – Киев: Наукова думка, 1978. – 135 с.
5. Промышленное культивирование съедобных грибов / Под ред. И.А. Дудки. – Киев: Наукова думка, 1978. – 260 с.
6. Черевко Г.В., Тереля И.П. Вешенка на измельченной соломе // Картофель и овощи, 1990, №5. С. 33.
7. Яковенко А.З., Жемойц А.А. Достижения в технологии промышленного производства шампиньонов и ксилофилов. – М.: Обзорная информация, 1978. – 66 с.