

УДК 577.115; 577.32

Калинкевич О.В.¹⁾, Калинкевич А.Н.¹⁾,
Чиванов В.Д.¹⁾, Киндя В.И.²⁾

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БИОМАССЫ ГРИБА *BLAKESLEA TRISPORA* THAXT.

¹⁾ Институт прикладной физики НАН Украины, г. Сумы.

²⁾ Сумский национальный аграрный университет,
e-mail: bio20001@yandex.ru

Ключевые слова: *Blakeslea trispora*, химический состав, биологически активные вещества, каротиноиды, масс-спектрометрия

Одна из актуальных задач микробиологической промышленности - поиск новых источников сырья для создания лечебных, лечебно-профилактических препаратов, пищевых и кормовых добавок. Таким источником могут служить мицелиальные грибы, способные синтезировать широкий комплекс веществ белковой, липидной природы, витамины и другие физиологически активные соединения. Кроме того, в грибах содержатся полисахариды, хитин-глюкановый или хитин-хитозановый комплексы, обеспечивающие высокие сорбционные, онкостатические, иммунокорректирующие свойства грибов, также ряд микроэлементов. Особый интерес в этой связи представляют продуценты липофильных биоантиоксидантов, среди которых один из наиболее перспективных - гетероталлический гриб *Blakeslea trispora* Thaxt. (1914). В первую очередь штаммы *B. trispora* являются сверхпродуцентами β-каротина и ликопина [1, 17, 20]. Большое количество работ посвящено именно вопросам направленного синтеза ими каротиноидов [22]. В то же время сведения о фракционном составе каротиноидов *B. trispora* малочисленны. Кроме каротиноидов, возможен биосинтез других ценных соединений терпеноидной природы - убихинонов, эргостерина [5, 6, 18, 19]. Целенаправленный синтез каротиноидов сопровождается изменением в синтезе липидных соединений [2, 4, 9]. Следует отметить, что количественный состав микробных липидов варьирует в широких пределах в зависимости от условий культивирования и состава питательной среды. Так дефицит фосфатов в среде стимулирует синтез гликолипидов *B. trispora* [4]. Стрессовые воздействия (УФ- облучение, присутствие в среде окислителей, применение координационных соединений 3d-металлов) ведут к изменению в составе липидов, особенно в соотношении жирных

кислот микроорганизмов. [7, 16] Ингибиторы супероксиддисмутазы повышают выход каротина у *B. trispora* [3].

Практическое использование липофильных биоантиоксидантов, перспектива комплексной переработки биомассы *B. trispora* обуславливает необходимость накопления новых данных о фракционном составе продуцента. В данной работе приводятся обобщенные данные по изучению химического состава и фракционного состава липидов и каротиноидов биомассы *B. trispora* с различным содержанием каротиноидов.

Объекты и методы исследования.

В работе были использованы образцы биомассы гетероталлического гриба *B. trispora* с различным содержанием каротиноидов, а также биошрот, полученный после извлечения основной массы каротина промышленным способом.

Содержание влаги в образцах определяли гравиметрическим методом, белок – по Кьельдалю, хитин-хитозановый комплекс – по методу Кюршнера-Ганека. Содержание минеральных веществ определяли гравиметрически после сухого озоления (500° С).

В солянокислом растворе полученной золы определяли содержание кальция и магния методом комплексонометрии с использованием индикаторов мурексида, эриохрома и титанового желтого. В азотнокислом растворе золы определяли содержание микроэлементов методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии [13]. Содержание аскорбиновой кислоты – по реакции с дихлорфенолиндофенолом, содержание токоферолов по реакции Эмери-Энгеля после хроматографии в тонких слоях неомыляемой фракции (подвижная фаза – хлороформ) [12].

Разнообразие функциональных свойств пигментов изопреноидной структуры придает особый интерес исследованию каротиноидов гриба *B. trispora*. Для экстракции каротиноидов биомассу растирали со смесью ацетон-этиловый спирт (3:1). Затем к полученному гомогенату добавляли гексан. Смесью перемешивали и давали расслоиться. Гексановый слой отбирали и использовали для определения β-каротина. Каротин определяли спектрофотометрически (Spacol, Германия) в гексане при $\lambda = 451$ нм), сумму каротиноидов – в ацетоновом экстракте. Содержание неомыляемых каротиноидов определяли спектрофотометрически после омыления биолипидного комплекса спиртовым раствором гидроксида калия и последующей экстракции петролейным эфиром. Суммарную фракцию ксантофиллов выделяли методом фазного разделения (спирт-петролейный эфир) по Краусу [8]. Суммарную фракцию липидов выделяли из биомассы

смесью хлороформ: метанол (2:1) по Фолчу. Общее содержание липидов определяли по Блюру в модификации Брагдона. Липидные экстракты хроматографировали на колонках с силикагелем. Соотношение экстракта к адсорбенту 1:60. Элюцию проводили растворителями с возрастающей полярностью: петролейный эфир, петролейный эфир + бензол (1:1), бензол + диэтиловый эфир (1:8), диэтиловый эфир, хлороформ + метанол (1:2).

Элюаты липидных фракций хроматографировали в тонких слоях на силуфоле в системах растворителей *петролейный эфир* : *бензол* : *метанол* (60:15:4) – система I для каротиноидов; и *гексан* : *диэтиловый эфир*: *уксусная кислота* (80:20:1) – система II для нейтральных липидов. Зоны каротиноидов определяли визуально и подтверждали при проявлении хлороформенным раствором треххлористой сурьмы. Были определены максимумы поглощения как суммарных фракций каротиноидов, так и отдельных пигментных фракций, полученных ТСХ. Спектры снимали при λ 360-580 нм. По отдельным фракциям были получены масс-спектры методом плазменно-десорбционной масс-спектрометрии (МСБХ-1, Selmi). В качестве неспецифического обнаружителя липидов использовали пары иода. Липидные фракции идентифицировали с использованием стандартных препаратов липидов и известных для данной системы растворителей коэффициентов R_f и подтверждали с использованием специфических реагентов [11]. Содержание липидного фосфора, азота, сахара определяли после гидролиза липидов.

Некоторые компоненты липидного комплекса выделяли еще до стадии колоночной хроматографии. Так, использовали бесколоночный метод получения стеринов кристаллизацией в гексане при -5°C в течение суток. Содержание стеринов определяли по реакции Либермана-Бурхарда. Для выделения фракции полярных липидов использовали осаждение холодным ацетоном [11]. Фосфолипиды определяли по содержанию липидного фосфора.

Результаты и обсуждение.

Химический состав биомассы *B. trispora* с различным содержанием каротиноидов и биошрота представлен в (табл. 1).

Полученные данные свидетельствуют о достаточно высоком содержании органических и минеральных веществ в различных образцах биомассы. С увеличением содержания каротиноидов наблюдается снижение процента протеина, изменяется содержание липидов, повышается содержание хитин-хитозанового комплекса. По содержанию витамина E и аскорбиновой кислоты различие не установлено. Биошрот характеризуется более высоким по сравнению с

биомассой содержанием сухих и минеральных веществ, более низким содержанием липидов. В то же время содержание токоферолов и хитин-хитозанового комплекса выше. По содержанию основных макро- и микроэлементов (табл. 2) существенных различий между образцами биомассы не установлено. Обращает на себя внимание достаточно высокое содержание меди, кобальта, железа. По сравнению с исходной биомассой шрот характеризуется более высоким содержанием фосфора и кальция.

Таблица 1 Химический состав биомассы *B. trispora* и биошрота

Показатель	Биомасса <i>B. trispora</i>			Биошрот
	1	2	3	
Общая влага, %	8,23 ± 0,07	5,70 ± 0,21	7,70 ± 0,35	4,60 ± 0,57
Сухое вещество, %	91,77 ± 0,07	94,30 ± 0,21	92,30 ± 0,35	95,39 ± 0,57
Минеральные вещества, %	6,61 ± 0,14	6,32 ± 0,07	6,72 ± 0,28	8,35 ± 0,21
Органические вещества, %	93,39 ± 0,14	93,68 ± 0,07	93,28 ± 0,28	91,65 ± 0,21
Протеин, %	19,15 ± 0,07	16,30 ± 0,07	15,20 ± 0,21	16,31 ± 0,07
Липиды, %	41,10 ± 0,34	37,80 ± 4,70	53,92 ± 0,68	25,54 ± 0,50
Хитин-хитозановый комплекс, %	4,42 ± 0,08	9,01 ± 0,01	9,32 ± 0,64	10,65 ± 0,01
Каротиноиды, %	3,84 ± 0,01	4,44 ± 0,28	6,25 ± 0,06	0,38 ± 0,01
Токоферолы, мг%	47,40 ± 0,35	47,87 ± 1,52	47,86 ± 0,23	74,35 ± 0,20
Аскорбиновая кислота, мг%	110,00 ± 8,00	85,80 ± 1,60	101,20 ± 2,00	99,00 ± 0,80

Таблица 2. Содержание некоторых макро- и микроэлементов в биомассе *B. trispora* и биошроте

Показатель	Биомасса <i>Blakeslea trispora</i>			Биошрот
	1	2	3	
P, мг%	625,00 ± 54,00	750,00 ± 23,00	607,70 ± 45,00	990,00 ± 25,00
Ca, г%	1,50 ± 0,20	1,30 ± 0,21	1,25 ± 0,57	1,91 ± 0,21
Mg, г%	0,24 ± 0,04	0,24 ± 0,02	0,22 ± 0,02	0,24 ± 0,01
Fe, мг%	19,84 ± 1,21	24,66 ± 2,32	20,36 ± 2,50	23,99 ± 1,36
Cu, мг%	2,15 ± 0,30	1,59 ± 0,24	2,38 ± 0,40	1,37 ± 0,25
Mn, мг%	4,80 ± 0,31	4,90 ± 0,15	4,47 ± 0,32	4,78 ± 0,17
Zn, мг%	7,63 ± 0,22	7,10 ± 0,25	7,19 ± 0,31	7,52 ± 0,41
Co, мг%	1,27 ± 0,43	0,94 ± 0,08	0,94 ± 0,02	0,96 ± 0,05

Особый интерес представляет липидная составляющая биомассы *B. trispora*, поскольку липиды микроорганизмов являются биологически активными веществами. Известны антиокислительные и антибиотические свойства микробных фосфолипидов, стероиды являются высокоактивными гормонами, каротиноидные пигменты *B. trispora* находят широкое применение для получения биопрепаратов, обладающих антиоксидантной защитой.

Исследуемые образцы биомассы содержат значительные количества липидов. Строгой прямой зависимости между содержанием каротиноидов и липидов не обнаружено. В то же время количество липидов в биомассе, содержащей 6,25% каротиноидов, несколько выше. При этом следует заметить, что с увеличением выхода каротина повышается содержание липидного фосфора, азота и сахара (табл. 3) в биомассе, что свидетельствует об изменении количественных соотношений липидных фракций в сторону увеличения содержания полярных липидов (фосфо-, гликолипидов).

Таблица 3. Характеристика липидов и каротиноидов *B. trispora*

Показатель	Биомасса <i>B. trispora</i>			Биошрот
	1	2	3	
Общие липиды, %	41,10 ± 4,34	37,80 ± 4,70	53,92 ± 0,68	25,54 ± 0,50
Липидный фосфор, мг% от общих липидов	246,20 ± 54,70	504,00 ± 65,10	377,80 ± 50,10	528,20 ± 75,90
Липидный азот, мг% от общих липидов	62,27 ± 2,14	161,90 ± 15,32	53,78 ± 1,17	287,10 ± 1,76
Липидный сахар, мг% от общих липидов	24,85 ± 3,42	72,00 ± 7,31	63,78 ± 5,43	60,00 ± 5,00
Кислотное число, мг КОН/г липидов	95,90 ± 4,80	108,90 ± 6,00	68,60 ± 7,50	21,70 ± 5,00
Йодное число, г I ₂ /100 г липидов	745,00 ± 23,50	617,80 ± 15,40	537,90 ± 32,00	820,80 ± 25,40
Перекисное число	0,23 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,18 ± 0,02
Сумма каротиноидов, % от общих липидов	9,34 ± 0,23	11,75 ± 0,74	11,59 ± 0,11	1,50 ± 0,05
Неомыляемые каротиноиды, % от суммы каротиноидов	80,32 ± 6,41	92,00 ± 5,89	89,20 ± 3,44	53,50 ± 6,90
Ксантофиллы, % от суммы каротиноидов	6,22 ± 0,23	3,65 ± 0,45	2,66 ± 0,51	1,83 ± 0,20

Наблюдаются определенные колебания и таких показателей липидов, как кислотное, йодное и перекисное числа. Так, образцы

биомассы с более высоким содержанием каротиноидов характеризуются более низкими значениями йодных и перекисных чисел.

По сравнению с биомассой, шрот содержит больше липидного фосфора, азота и сахара, характеризуется низким кислотным числом, высокими йодным и перекисным числами. Что касается каротиноидного комплекса, то, в общем, следует отметить тенденцию к увеличению количества неомыляемых каротиноидов и снижению процента ксантофиллов.

Спектральные характеристики общих и неомыляемых каротиноидов *B. trispora* соответствуют известным спектрам каротиноидов. Низкий процент неомыляемых каротиноидов биошрота, очевидно, связан с влиянием других липидов (или иных веществ) на устойчивость каротиноидов к действию щелочей (образование интермедиатов способных инициировать деструкцию каротина) Для более детального изучения каротин-липидного комплекса была предпринята попытка хроматографического разделения указанных веществ. Следует сразу же оговорить тот момент, что извлечение и разделение подобного рода пигментов – задача сложная, так как каротиноиды весьма лабильные соединения. Деструкция, изомеризация, потеря нативного состояния возможны при действии кислорода, света, температуры, при контакте с адсорбентом. Для контроля были получены масс-спектры суммарной липидной фракции (растворитель – хлороформ), которые впоследствии сравнивались со спектрами отдельных пятен (рис. 1).

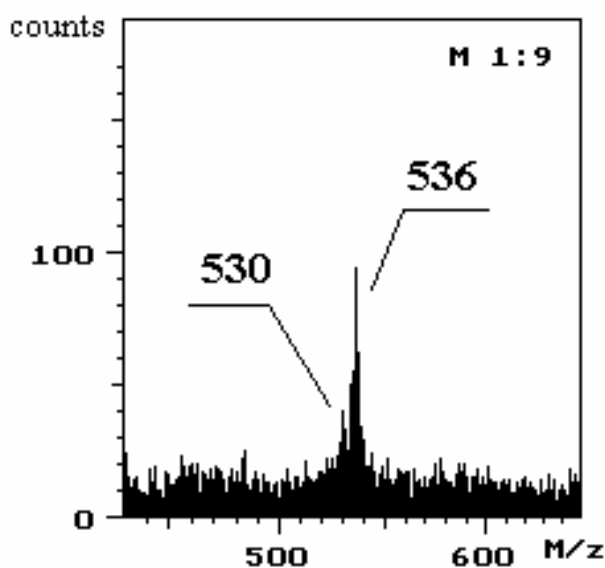


Рис. 1. Масс-спектр окрашенного пятна с $R_f = 0.9$. Пик с m/z 536 соответствует молекулярному иону каротина.

Наличие соответствующих пиков на профиле суммарной фракции свидетельствовало о присутствии указанных пигментов в биомассе.

Первоначально были подвергнуты хроматографическому разделению в системе I на силуфоле суммарные липидные фракции, полученные экстракцией из биомассы и шрота. В результате хроматографии липидного экстракта биомассы визуально было выявлено 9 пятен различных по R_f и окраске. Шрот давал 5 пигментных фракций различных по окраске и R_f .

Качественный состав пигментов биомасс с различным содержанием каротиноидов не отличался. В дальнейшем суммарную фракцию липидов подвергали хроматографическому разделению на колонке с силикагелем. Было получено 5 фракций (табл. 4), которые хроматографировали на силуфоле.

Таблица 4. Результаты колоночной и тонкослойной хроматографии липидов *B. trispora*.

№ фракции	Растворитель	Внешний вид	Количество пятен ТСХ	R_f	Способ обнаружения
1	Петролейный эфир	Желтое масло	4	0,94 0,91 0,32 0,15	Визуальный Визуальный Визуальный Пары I ₂
2	Петролейный эфир:бензол	Желтое масло	4	0,94 0,91 0,32 0,15	Визуальный Визуальный Визуальный Пары I ₂
3	Бензол:диэтиловый эфир	Оранжевое масло	5	0,95 0,91 0,80 0,32 0,15	Визуальный Визуальный Визуальный Визуальный Пары I ₂
4	Диэтиловый эфир	Красное масло	5	0,80 0,65 0,55 0,45 0,4	Визуальный Визуальный Визуальный Визуальный Пары I ₂
5	Хлороформ:метанол	Светло-желтое масло	4	0,90 0,25 0,05 0	Пары I ₂ Пары I ₂ Визуальный Пары I ₂

Для определения фракционного состава других липидов *B. trispora* фракция № 5, полученная с помощью колоночной хроматографии, была хроматографирована в системе растворителей II.

В результате получено 6 пятен, проявляющихся парами йода, и 2 окрашенных пятна.

Фракционный состав липидов *B. trispora* по результатам ТСХ и бесколоночного метода определения представлен в (табл. 5).

Таблица 5. Фракционный состав липидов гриба *B. trispora*

Показатель	Биомасса <i>B. trispora</i>			Биошрот
	1	2	3	
Триглицериды, % от общих липидов	45,00±3,50	34,10±6,00	40,40±2,50	52,30±1,30
Жирные кислоты, % от общих липидов	25,20±1,40	24,30±1,50	20,40±1,30	12,50±1,10
Стерины, % от общих липидов	4,52±0,10	4,46±0,10	3,09±0,12	5,00±0,50
Фосфолипиды, % от общих липидов	6,20±0,04	12,59±0,31	9,45±0,21	12,73±0,51
Моно- и диглицериды, % от общих липидов	9,30±1,00	9,60±1,20	10,20±1,50	15,00±2,00

Параллельно с хроматографическими исследованиями и масс-спектрометрией отдельных хроматографических пятен нами были произведены масс-спектрометрические исследования «тотальной» липидной фракции без дополнительной пробоподготовки (рис. 2).

Интересно также отметить, что масс-спектры плазменно-десорбционной масс-спектрометрии суммарной фракции липидов содержат выраженные группы пиков, относящиеся к основным классам липидных соединений, содержащихся в исследуемых образцах.

Несмотря на то, что точное определение липидного состава требует трудоемких исследований (чему и посвящена данная работа), некоторые данные (например, по свободным жирным кислотам) мы можем извлечь уже из масс-спектрометрии суммарного липидного экстракта, а главное – данную методику (выделение суммарной липидной фракции биомассы с последующим масс-спектрометрическим анализом) можно использовать для быстрого скрининга липидного профиля, что может быть важно для биотехнологических приложений где требуется быстро получать «липидные отпечатки пальцев» биомассы при, к примеру, изменении условий культивирования.

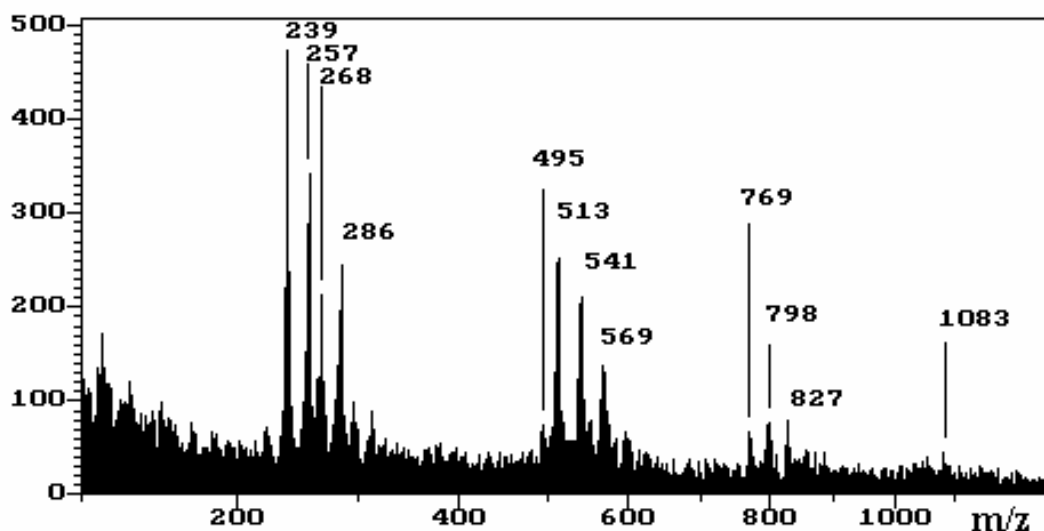


Рис. 2. Масс-спектр положительных ионов суммарной липидной фракции биомассы *V. trispora*. Обозначенные пики относятся к суммарным фракциям фосфолипидов (m/z 700-800), триглицеридов (m/z 800-900), свободных жирных кислот (m/z 239, 257, 269, 286) и пигментов (m/z 500-600).

Полученные результаты свидетельствуют об изменении количественного соотношения липидных фракций с увеличением содержания каротиноидов.

Следует отметить повышение содержания фосфолипидов, моно-, диглицеридов и снижение содержания стерина, жирных кислот, триглицеридов. Шрот содержит по сравнению с биомассой большее количество триглицеридов, стерина, фосфолипидов, моно-, диглицеридов, меньше свободных жирных кислот.

Выводы

1. Изучены особенности химического состава биомассы гриба *V. trispora* и биошрота. Дана сравнительная характеристика каротинсодержащих продуктов по содержанию основных питательных и биоактивных веществ.

2. Проведены исследования пигментного состава биомассы и шрота.

3. Изучены особенности фракционного состава и некоторые физико-химические характеристики липидов гриба *V. trispora*.

4. Показана возможность применения мягкоионизационного метода плазменно-десорбционной масс-спектрометрии для быстрого экспресс-скрининга общего липидного профиля биомассы *V. trispora*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авчиев М.И. Пара штаммов гетероталличного гриба *Blakeslea trispora* ВСБ-129(-) и ВСБ-30(+), продуцирующие ликопин, и способ получения ликопина // Биотехнология на рубеже двух тысячелетий. Материалы конференции. – Саранск. – 2001.

2. Бехтерева М.Н., Конова И.В. Липиды микроорганизмов и возможности их использования // Труды ВНИИ жиров. – 1980. - С. 8-14.
3. Гесслер Н.Н., Соколов А.В., Быховский В.Я., Белозерская Т.А. Активность супероксиддисмутазы и каталазы у каротинсинтезирующих грибов *Blakeslea trispora* и *Neurospora crassa* в условиях окислительного стресса // Прикладная биохимия и микробиология. – 2002. - Т. 38. - С. 237-242.
4. Гончарова О. В. Липогенез у представителей мицелиальных грибов в связи с особенностями их развития на средах с различным содержанием фосфатов: Дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.07. - М., 1985. – 165 с.
5. Деев С.В., Буторская И.А., Авчиева П.Б. Выделение убихинонов из биомассы гриба *Blakeslea trispora* // Биотехнология. – 2000. - №5. - С. 36-46.
6. Деев С.В., Буторская И.А., Авчиев П.Б. Синтез и выделение эргостерина при использовании в качестве продуцента гриба *Blakeslea trispora* // Биотехнология. – 2000. - №4. - С.22-31.
7. Залашко М.В. Влияние стрессовых воздействий на состав липидов дрожжей / М.В. Залашко, Г.А. Салохина, И.Ф. Королева // Прикладная биохимия и микробиология. – 2000. - Т.36 - №1. - С. 37-40.
8. Ермолаев В.П. Методы биохимических исследований растений. – М.: Наука, 1986. - 465 с.
9. Казарян Р.В., Кудинова С.П. Фракционный состав фосфатидов, выделенных из липидов низших грибов // Труды ВНИИ жиров. – 1980. - С. 104-107.
10. Лебедев П.Т., Усович А.Г. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. - М.: Россельхозиздат, 1976. – 476 с.
11. Кейтс С. Техника липидологии / С. Кейтс. - М., 1975.
12. Методы анализа кормов и продуктов птицеводства (методические рекомендации) / П. Сурай, И.А. Ионов. - Харьков, 1989.
13. Петухова Е.В. Зоотехнический анализ кормов. - М.: Агропромиздат. - 1987-236 с.
14. Руководство по современной ТСХ (по материалам школы-семинара по хроматографии) / Под ред. Э.Г. Ларионова. - 1994.
15. Хроматография в тонких слоях / Под ред. Э Шталя. - М.: Мир, 1965.
16. Усатый А.С. Физиолого-биохимические и биотехнологические основы культивирования олеогенных дрожжей и получение биоактивных препаратов: Дисс. ... доктора биол. наук: 03.00.23. – Кишинев. - 2002. – 243 с.
17. Estrella A., López-Ortiz J. F., Cabri W., Rodríguez-Otero C., Fraile N., Erbez A. J., Espartero J. L., Carmona-Cuenca I., Chaves E., Muñoz-Ruiz A. Natural lycopene from *Blakeslea trispora* : all-trans lycopene thermochemical and structural properties // *Thermochimica Acta* – 2004. – V. 417. - № 1. – P. 157-161.
18. Kuzina V., Cerdá-Olmedo E. Ubiquinone and carotene production in the Mucorales *Blakeslea* and *Phycomyces* // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* - 2007. – V. 76 - P. 991–999.
19. Kuzina V., Domenech C., Cerdá-Olmedo E. Relationships among the biosyntheses of ubiquinone, carotene, sterols, and triacylglycerols in *Zygomycetes*. // *Arch. Microbiol.* – 2006. - V. 186. – P. 485-493.
20. Mantzouridou F., Tsimidou M. Z. Lycopene formation in *Blakeslea trispora*. Chemical aspects of a bioprocess. // *Trends in Food Science & Technology* – 2008. – V. 19. - № 7. – P. 363-371.

21. Mantzouridou F., Tsimidou M. Z. On the monitoring of carotenogenesis by *Blakeslea trispora* using HPLC. // Food Chemistry. – 2007. – V. 104. - № 1. - P. 439-444.
22. Papaioannou E.H., Liakopoulou-Kyriakides M. Substrate contribution on carotenoids production in *Blakeslea trispora* cultivations // Food and Bioproducts Processing – 2009. – in press.

О. В. Калінкевич, О. М. Калінкевич, В. Д. Чіванов, В. І. Кіндя
БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД БІОМАСИ ГРИБА *BLAKESLEA TRISPORA*

Ключові слова: Blakeslea trispora Thaxt, хімічний склад, біологічно активні речовини, каротиноїди, мас-спектрометрія

Досліджені особливості хімічного складу біомаси гриба *Blakeslea trispora* і біошроту. Дана порівняльна характеристика каротинвміщуючих продуктів за вмістом основних поживних та біологічно активних речовин. Провдені дослідження пігментного складу біомаси і біошроту. Досліджені особливості фракційного складу та деякі фізико-хімічні характеристики ліпідів гриба *B. trispora*. Запропонована мас-спектрометрична методика експрес-аналізу ліпідного профілю біомаси *B. trispora*.

Kalinkevich O.V., Kalinkevich A.N., Chivanov V.D., Kindya V.I.
BIOCHEMICAL COMPOSITION OF THE FUNGAL BIOMASS OF
***BLAKESLEA TRISPORA*.**

Keywords: Blakeslea trispora Thaxt, chemical composition, biologically active substances, carotenoids, mass spectrometry

The characteristics of the chemical composition of *Blakeslea trispora* Thaxt biomass and biocake were investigated. A comparative analysis of carotene-containing products according to the content of basic nutrients and biologically active substances was conducted. The investigations of the biomass and biocake pigment composition were carried out. The peculiarities of fraction composition and some physico-chemical characteristics of *B. trispora* lipids were studied. A mass spectrometry method for the express fingerprint analysis of the *B. trispora* biomass lipid profile is proposed.