

На правах рукописи



МАДЗУ ОНГИЕЛЕ БОРИС

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДРОЖЖЕВЫХ
СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ**

Специальность: 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва – 2019

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор

Борисенко Евгений Георгиевич

Официальные оппоненты: Петриченко Владимир Николаевич

доктор сельскохозяйственных наук,

профессор, главный научный сотрудник

«Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства»

Горин Кирилл Викторович

кандидат технических наук, старший

научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Воронежский Государственный университет инженерных технологий»

Защита состоится 19 июня 2019 г. на заседании объединенного диссертационного совета Д999.095.03 при РХТУ им. Д. И. Менделеева (125047 г. Москва, Миусская пл., д. 9) в _____ .

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-библиотечном центре РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Автореферат диссертации разослан _____ 2019 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

Д999.095.03

к.т.н., доц. И.В. Шакир

Общая характеристика работы

Актуальность темы

В алиментарной цепи животных и человека базовой субстанцией пищи является растительная биомасса. В желудочно-кишечном тракте растительноядных животных *in vivo* его микробное сообщество расщепляет растительные полимеры, накапливает достаточно значительную микробную популяцию и этот уже микробно-растительный продукт становится основой для образования животной биомассы, биомассы человека и тех вторичных продуктов, которые не используются в организме животного, выделяются в виде навоза – органического удобрения, структурообразователя почвы, являющегося очень важным стимулятором роста растений – базового производителя пищи.

В предшествующих работах МГУПП уже достаточно глубоко изучались вопросы возможной интенсификации микробной биоконверсии растительных материалов *in vitro* с помощью специально отселекционированных дрожжей-продуцентов биомассы с получением новых нутриентов кормового и пищевого назначения. Для этих целей из женского грудного молока выделена культура *Pichia anomala* 9a. Достаточно хорошо изучена в качестве продуцента биомассы на твердых растительных субстратах и служит в качестве эталона продуктивности.

В настоящей работе сделана попытка решить проблему дефицита органических удобрений при сбоях в функционировании крупного промышленного животноводства, что имело место в России в 90-е годы и еще не до конца сглажено сейчас. Подобная проблема весьма актуальна и для целого ряда развивающихся стран, где она формирует еще больший интерес в виде комплексной биоконверсии растительного сырья в пищу, корма и удобрения.

Цель и задачи исследования: Целью настоящего исследования являлась разработка технологии новых продуктов микробной биоконверсии растительного сырья, обладающих способностью стимулировать рост растений и тем самым завершить формирование концепции комплексного производства дрожжерастительных нутриентов широкого профиля.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

- продолжить выделение дрожжей из разных биологических субстратов животного и растительного происхождения;
- отселекционировать наиболее перспективные штаммы дрожжей, высокопродуктивные по биомассе при прямой биоконверсии растительного сырья;
- из высокопродуктивных по биомассе дрожжей отселекционировать культуры – активные стимуляторы роста растений;
- изучить продуктивность отселекционированных дрожжевых культур на моно- и полисубстратных твердых питательных средах;
- исследовать механизмы стимулирующего действия дрожже-растительных продуктов на рост растений;
- разработать принципы крупнотоннажного производства дрожже-растительных нутриентов и адаптации их к современным биотехнологическим производствам.

Научные положения, выносимые на защиту:

Научная новизна работы:

- установлено, что дрожжи-суперпродуценты биомассы на твердых растительных субстратах могут быть выделены не только из женского грудного молока, но и из других биологических субстратов животного и растительного происхождения, причем из растительных субстратов суперпродуценты выделяются с большей частотой;
- все отселекционированные дрожжи – активные продуценты биомассы при биохимической и генетической идентификации отнесены к роду *Pichia*;
- штаммы дрожжей *Pichia guilliermondii* Я-1, выделенные из коровьего молока, *Pichia guilliermondii* Ap, выделенные из травяной муки, по своей продуктивности по биомассе на негидролизированных твердых растительных субстратах (соломенная, сенная, травяная мука, измельченное пророщенное зерно или те же целлюлозные субстраты, обогащенные легкоусваиваемыми углеводистыми материалами) практически не отличаются от штамма *Pichia anomala* 9a из женского молока, признанного эталонным по продуктивности;
- штамм дрожжей *Pichia guilliermondii* Ap отличается тем, что полученная с его помощью твердофазная культура на кукурузном стебле с углеводистыми добавками является активным стимулятором роста ряда

сельскохозяйственных культур (салата и тритикале) и именно его можно рекомендовать для производства препаратов почвенного назначения;

- показано, что в процессе дрожжевой биоконверсии растительного сырья меняется его химический состав, и такой дрожже-растительный обогатитель почвы является хорошим стимулятором роста почвенных бактерий.

Практическая значимость результатов работы:

Сформулированы основные приемы селекции дрожжей-продуцентов биомассы на твердых растительных субстратах.

Определен ряд первичных и вторичных целлюлозосодержащих растительных субстратов, перспективных для микробной биоконверсии: измельченный стебель кукурузы, соломенная, сенная, травяная мука, отруби, пророщенное зерно и т.п.

Для комплексных питательных сред, используемых в твердофазном культивировании дрожжей предложен ряд крахмалистых и углеводистых субстратов, определены параметры культивирования ($t^{\circ} - 30^{\circ}\text{C}$, $t - 48-72$ ч, влажность 50-60%).

Попытка адаптировать разработанный процесс к уже существующим биотехнологическим производствам коренным образом изменила технологическую цепочку этого процесса. Из углеводистых легкоферментируемых субстратов предложено изготавливать жидкие гетерогенные питательные среды, на которых в стерильных условиях получать жидкие культуры с высокими концентрациями дрожжей и этими высокоактивными посевными материалами увлажнять и засеивать различные твердые растительные материалы. При этом за период короткой (не более 24 часов) твердофазной ферментации дрожжей накапливается даже больше, чем в обычном чисто твердофазном выращивании, твердофазная культура более защищена от посторонней микрофлоры.

Акцент на разработку дрожже-растительных продуктов почвенного назначения в настоящей работе сделан в надежде на то, что такие новые продукты не потребуют многочисленных разрешений, их производство будет развито и на этой производственной базе вторым и третьим эшелонам будут производиться дрожжи – растительные нутриенты как кормового, так и пищевого профиля.

Разработан лабораторный регламент такого производства, он достаточно легко может быть адаптирован к технологической цепочке спиртовых заводов, большинство которых в России не работает. Оптовая цена таких удобрений будет составлять 30149,8руб/т.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы были представлены на Общеуниверситетской научной конференции молодых учёных и специалистов “День Науки” (Москва, 2015); на Общеуниверситетской научной конференции молодых учёных и специалистов “День Науки” (Москва, 2016); на Международной конференции, посвященной 120-летию создания кафедры микробиологии и к 150-летию со дня рождения профессора Н.Н. Худякова “Современные аспекты сельскохозяйственной микробиологии” (Москва, 2016).

Публикации. По результатам проведенных исследований опубликовано 8 печатных работ, из них 5 в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, библиографического списка, включающего 149 источников. Работа изложена на 149 страницах, содержит 36 рисунков, 23 таблицы и 8 приложений.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследований, определены научная новизна и практическая значимость результатов исследований.

1. Обзор литературы

В обзоре литературы рассмотрена селекция микроорганизмов – продуцентов биомассы, их основные параметры культивирования. Также рассмотрена растительная биомасса как принципиальный источник продуктов питания. Представлено взаимоотношение между растениями и микроорганизмами, их роль и симбиотические сообщества.

2. Экспериментальная работа

Исследования проводились на кафедрах «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» МГУПП; «Микробиология и иммунология», «Физиологии растений» и в лаборатории «Искусственного климата» РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; а также в лаборатории

«Федерального центра оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки» Россельхознадзора России.

2.1. Объекты и методы исследования

Объектом исследования были различные штаммы дрожжей, выделенные из молока различных млекопитающих и разных растительных материалов. Также в работе были использованы почвенные бактерии рода *Azotobacter* (*Azotobacter chroococcum* Sp) из коллекции кафедры «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» МГУПП, выделенные из дерново-подзолистой почвы.

Для создания питательной среды использовали сухое целлюлозосодержащее сырье, такое как: листья манго (из Республики Конго), листья яблони (дикорастущей), листья березы, листья маниока (из Республики Конго), кукуруза и ее растительные компоненты, листья груши (дикорастущей), листья черной смородины, листья лебеды, листья клена, листья липы, рисовая солома (из Вьетнама), сено луговое; а так же столовая морковь ГОСТ 32284-2013, столовая свекла и ее растительные компоненты ГОСТ 32285-2013, сахарная свекла ГОСТ Р 52647-2006, сахарный тростник (из Республики Конго), кожура банана ГОСТ Р 51603-2000, выжимка из винограда ГОСТ 32786-2014, овсяные отруби ТУ 9295-004-37365860-2013.

Глубинную ферментацию (ГФ) вели в качалочных колбах на круговых лабораторных качалках при 180-220 об./мин. при температуре $30\pm 2^\circ\text{C}$. ТФФ в лабораторных условиях проводили в чашках Петри и в колбах объемом 750 см^3 при влажности 50-60%. Чашки Петри или колбы помещали в термостат на 72ч при температуре $30\pm 2^\circ\text{C}$.

Определение аминокислотного состава проводили в соответствии с ГОСТ 32195-2013, активную кислотность – потенциометрическим методом рН-метром HANNA рН 211, содержание сырого протеина – по методу Несслера, массовую долю фосфора – по ГОСТ 26657-97, массовую долю кальция – по ГОСТ 26570-95, калий – по ГОСТ 26427-85, магний – по ГОСТ 26428-85, железо – по «Методическим указаниям по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства» М.ЦИНАО – 1992, массовую долю сырой клетчатки – по ГОСТ 31675-2012, массовую долю сырого жира – по ГОСТ 32905-2014, массовую долю сырой золы – по ГОСТ 28178-89.

Результаты измерений обработаны на персональном компьютере с

помощью программного пакета Excel 2007, вычисляя среднее значение и стандартное отклонение для каждой величины, а также доверительный интервал при уровне значимости 95%.

2.2. Результаты исследований и обсуждение

2.2.1. Селекция микроорганизмов-суперпродуцентов биомассы

Растительная биомасса является основой пищевой цепи высших животных. Самым главным полимером растительной биомассы является целлюлоза, поэтому наиболее активными продуцентами полезной микробной биомассы на растительном сырье *in vitro* будут те микроорганизмы, которые способны интенсивно расти на целлюлозосодержащих субстратах, то есть способны активно расщеплять полимеры глюкозы.

Исходя из результатов исследования продуктивности дрожжей, выделенных из различных материалов природного происхождения, на овсяных отрубях, нами было отобрано 4 штамма: *Pichia anomala* 9a, *Pichia guilliermondii* Ap, *Pichia guilliermondii* П-8, *Pichia guilliermondii* Я1.

На рисунках 1, 2 представлены результаты накопления дрожжей на разных субстратах. Из них достаточно наглядно видно, что эти показатели в целом весьма близки: нарастание числа клеток в культурах на целлюлозосодержащих материалах идет до 72 часов, но все-таки основное количество клеток накапливается за первые 48 часов.

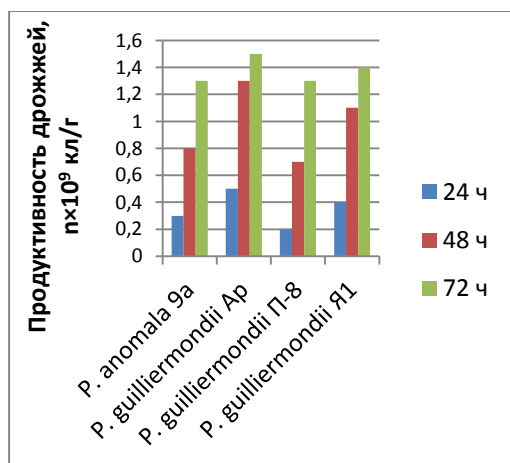


Рисунок 1. Продуктивность дрожжей на соломенной муке

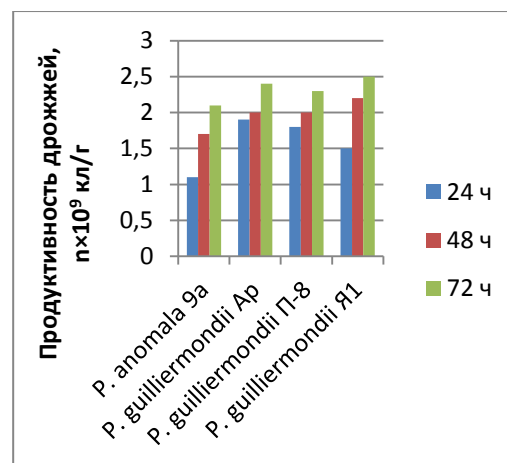


Рисунок 2. Продуктивность дрожжей на сенной муке

Так как при формулировании цели исследования планировалось создать не только обогатители пищи и кормов, но и совершенно новый продукт для стимулирования роста растительных организмов и почвенных биоценозов, то дальнейшие исследования проводились, прежде всего, со

штаммом *Pichia guilliermondii* Ap, выделенным из натуральной микрофлоры сенной муки.

2.2.2. Конструирование комплексных питательных сред для твердофазной ферментации в процессе производства получаемого продукта

Целлюлозосодержащие материалы в разных регионах планеты представлены листвой дикорастущих и плодовых деревьев, вторичными и первичными продуктами предприятий агропромышленного комплекса.

В таблице 1 представлена интенсивность роста *Pichia guilliermondii* Ap на нескольких субстратах.

Таблица 1

Продуктивность дрожжей *Pichia guilliermondii* Ap на целлюлозосодержащих субстратах

№ п/п	Название субстрата	Продуктивность дрожжей 10 ⁹ КОЕ/г		
		24 ч	48 ч	72 ч
1	измельченный кукурузный стебель	1,8	2,5	2,8
2	измельченные сухие листья маниока	0,5	0,3	0,8
3	измельченные сухие листья яблони	2,1	2,5	2,4
4	измельченные сухие листья манго	1,8	2,5	2,6
5	рисовая солома	1,6	1,9	2,3
6	дробленый ячмень	2,9	3,7	3,8
7	пророщенный ячмень	4,2	6,8	8,2
8	овсяные отруби	3,2	4,0	4,2
9	измельченные сухие листья груши	0,3	0,9	0,8

Подводя итог этого этапа работы, следует констатировать, что самые разные целлюлозосодержащие моносубстраты вполне могут быть использованы как питательные среды для твердофазного культивирования дрожжей рода *Pichia*, которые обладают хотя и невысокой, но все же достаточной гидролитической активностью, позволяющей им накапливать весьма ощутимую биомассу и тем самым в определенной степени обогащать биомассу растительную (рис. 3 и 4).

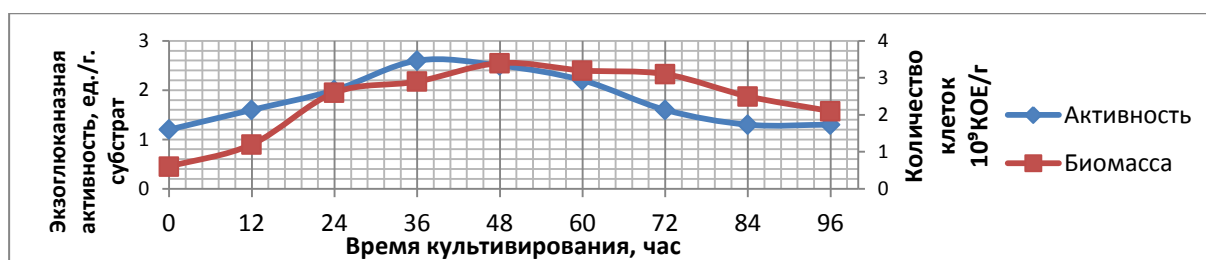


Рисунок 3. Экзогликоканазная активность дрожжей *Pichia guilliermondii* Ар при ТФФ на сенной муке

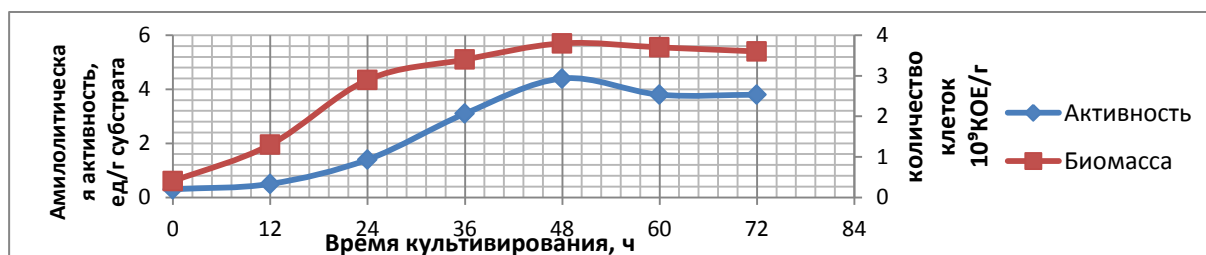


Рисунок 4. Амилолитическая активность дрожжей *Pichia guilliermondii* Ар при ТФФ на дробленом ячмене

Мука из вегетативной части растения кукурузы представляла для нас особенный интерес, так как именно такое целлюлозосодержащее сырье накапливается в наибольших количествах в зерновом производстве Республики Конго и региона Центральной Африки.

2.2.2.1. Дрожжевая биоконверсия целлюлозно-крахмалистых и целлюлозно-углеводистых комплексов

Мука из измельченного кукурузного стебля смешивалась с различными крахмалистыми продуктами в соотношении 1:1, увлажнялась и засеивалась водной суспензией дрожжей до 50%-ной влажности и концентрации дрожжевых клеток $\approx 1 \cdot 10^8$ /г влажной культуры.

Таблица 2

Влияние злаковых, бобовых и плодово-овощных добавок на рост микроорганизмов при ТФФ

№ п/п	Питательная среда	Продуктивность дрожжей 10 ⁹ КОЕ/г		
		24 ч	48 ч	72 ч
1	Контроль – измельченный кукурузный стебель	1,8	2,5	2,8
2	Измельченный кукурузный стебель + мука маниока	2,5	3,0	3,4

3	Измельченный кукурузный стебель + кукурузная мука	2,5	3,8	3,5
4	Измельченный кукурузный стебель + выжимка манго	5,2	5,7	5,4
5	Измельченный кукурузный стебель + свекольная пульпа	5,8	6,3	6,0
6	Измельченный кукурузный стебель + сахарный тростник	4,2	6,1	6,6

Интенсивность роста дрожжей на таких углеводистых комплексных средах заметно выше, чем на комплексах с крахмалистыми материалами. Таким образом, при конструировании твердофазных питательных сред наиболее значимыми компонентами являются целлюлозосодержащий носитель, и различные углеводистые материалы.

2.2.3. Некоторые физические параметры твердофазной биоконверсии целлюлозосодержащих субстратов дрожжами рода *Pichia*

Из рисунков 5 и 6 видно, что температурный оптимум для культивирования дрожжей *P. guilliermondii* Ap находится в пределах 29-31°C, а влажность лежит в пределах 50-60%.

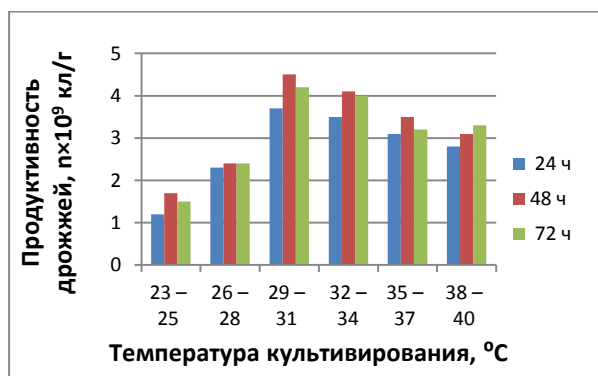


Рисунок 5. Влияние температуры на рост дрожжей на овсяных отрубях

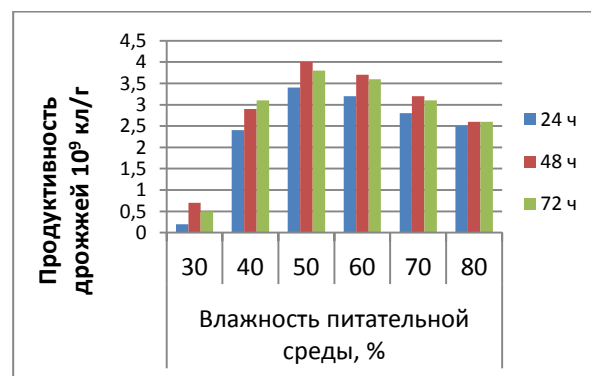


Рисунок 6. Влияние влажности на рост дрожжей при ТФФ на овсяных отрубях

2.2.4. Глубинные дрожжевые культуры как посевной материал

Твердофазная ферментация в течение 72 часов даже при соблюдении всех правил асептики нередко сопровождается появлением посторонней микрофлоры. Естественно, при стерильном глубинном культивировании в закрытых аппаратах такое явление не может проявляться. Как можно использовать преимущества глубинного культивирования и избежать

осложнений твердофазного культивирования мы попытались понять при формировании новой нестандартной технологической цепочки. В разделе 2.2.2.1. уже было отмечено выраженное стимулирующее влияние углеводистых компонентов на рост дрожжей на комплексных целлюлозосодержащих углеводистых субстратах. На рисунке 7 представлены данные по накоплению дрожжей на разных овощных пульпах, разбавленных водой в соотношении 1 : 2 за 48 часов глубинного культивирования в колбах на качалке при 220 об/мин и температуре $30\pm 2^\circ\text{C}$.

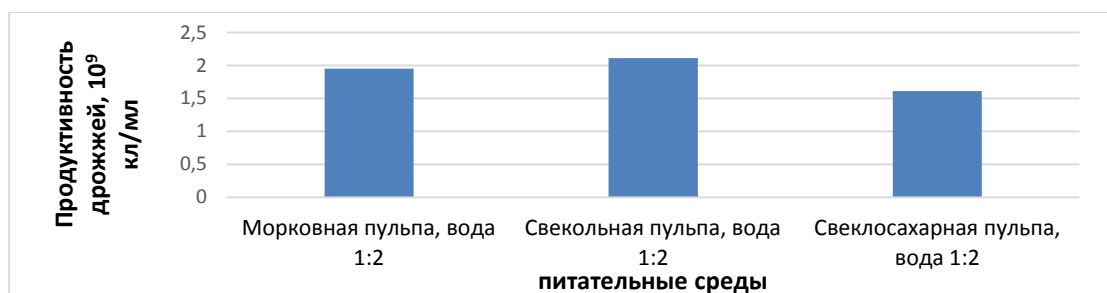


Рисунок 7. Продуктивность дрожжей рода *Pichia guilliermondii* Ar на овощных средах за 48 часов ферментации

Приведенные на рис. 7 экспериментальные данные свидетельствуют о довольно близких результатах накопления дрожжей на разных жидких субстратах с некоторым преимуществом свекольной пульпы.

2.2.5. Взаимодействие дрожжей и азотобактера в процессе производства получаемого продукта.

Для получения продукта-стимулятора роста растений смешивали измельченный кукурузный стебель с посевным материалом, полученным из свекольной пульпы с дрожжами и клетками азотобактера методом ГФ, ферментировали субстраты при ТФФ 72 часа при температуре $t=30^\circ\text{C}$ и 50%-ной влажности. Динамика роста дрожжей и азотобактера представлена на рисунке 8.

В процессе аэробной ферментации формируются положительные условия для развития дрожжей и азотобактера, они без видимого взаимного ингибирования наращивают свою биомассу по крайней мере первые 48 часов, после чего содержание дрожжей начинает несколько снижаться так же, как и в обычных условиях, представленных на рис. 5 и 6.

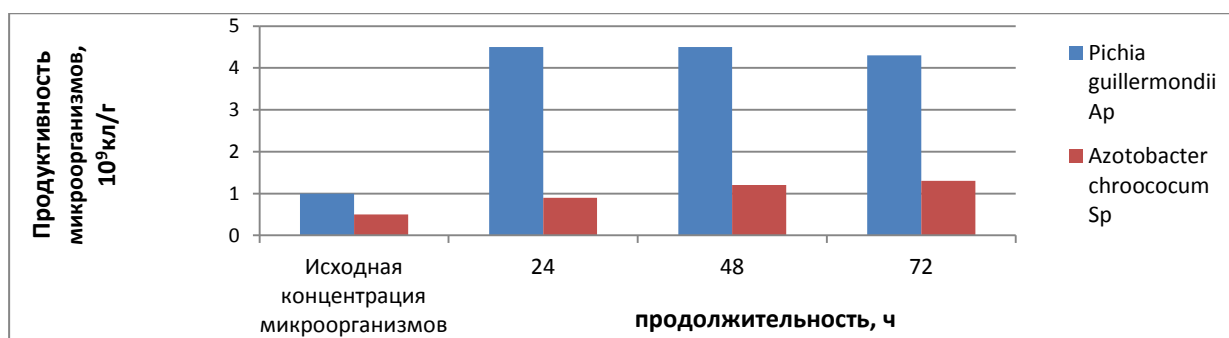


Рисунок 8. Динамика роста микроорганизмов при аэробном культивировании

Более интересной в этом этапе является динамика аминокислотного состава. В таблице 3 видно, что в процессе дрожжевой биоконверсии аминокислоты нарастают на 20-30%, хотя глутаминовая кислота нарастает весьма незначительно.

Таблица 3

Динамика нарастания аминокислот в микробном нутриенте

№ п/п	Наименование	№ образцов, %			Относительное изменение, % №3/№1
		№1	№2	№3	
1.	Аспарагиновая кислота	0,15	0,18	0,22	+46,67
2.	Треонин*	0,07	0,10	0,12	+71,42
3.	Серин	0,07	0,09	0,11	+57,14
4.	Глутаминовая кислота	0,32	0,23	0,25	-21,87
5.	Глицин	0,10	0,12	0,13	+30
6.	Аланин	0,12	0,13	0,15	+25
7.	Валин*	0,11	0,15	0,13	+18,18
8.	Изолейцин*	0,07	0,09	0,10	+42,85
9.	Лейцин*	0,12	0,17	0,16	+33,33
10.	Тирозин	0,06	0,08	0,10	+66,67
11.	Фенилаланин*	0,09	0,11	0,10	+11,11
12.	Гистидин	0,03	0,04	0,04	+33,33
13.	Лизин*	0,07	0,11	0,11	+57,14
14.	Аргинин*	0,07	0,09	0,09	+28,51
15.	Пролин	0,05	0,10	0,09	+80
16.	Итого аминокислоты	1,47	1,77	1,90	+29,27

№1: контроль – стерильный измельченный кукурузный стебель и свекольная пульпа, доведенные до 50%-ной влажности; №2: Опыт №1 + засев культуры дрожжей *Pichia guillermondii* Ap, проинкубированный 48 ч

при глубинно-твердофазном культивировании, $t=30^{\circ}\text{C}$ и №3: Опыт №1 + засев культуры дрожжей *Pichia guilliermondii* Ap и бактерий рода *Azotobacter chroococcum* sp, проинкубированный 72 ч при $t=30^{\circ}\text{C}$.

2.2.6. Испытание биологически активного продукта на развитии сельскохозяйственных культур

В сосуде контролем служила искусственная почва, то есть субстрат на основе верхового торфа (1кг/сосуд), в опытном варианте – смесь полученного продукта (0,4 кг) и искусственной почвы – субстрата на основе верхового торфа (0,6 кг), то есть в соотношении 2:3.

Таблица 4

Влияние полученного продукта на рост и развитие салата

№ п/п	Сорт салата	Вариант	Количество растений, шт./сосуд	Всхожесть семян, %	Длина листьев, см	Количество листьев, шт./сосуд
1	Московский парниковый	контроль	10	60	10±2	23±5
		опыт	10	80	10±2	42±5
2	Гранд	контроль	10	60	9±2	25±5
		опыт	10	70	10±2	41±5
3	Тайфун	контроль	10	50	8±2	21±5
		опыт	10	90	10±2	39±5

Таблица 5

Влияние полученного продукта на рост и развитие тритикале

№ п/п	Сорт тритикале	Вариант	Количество растений, шт./сосуд	Всхожесть семян, %	Длина стеблей, см	Количество листьев, шт./сосуд
1	Немчиновский 56	контроль	15	80	23±2	19±5
		опыт	15	100	40±2	30±5
2	Антей	контроль	15	60	20±2	22±5
		опыт	15	93	40±2	30±5
3	Гермес	контроль	15	73	25±2	21±5
		опыт	15	93	41±2	21±5

Можно отметить, что использование микробного стимулятора влияет на увеличение показателей всхожести семян и развитие растений, таких как тритикале и салат (таблица 4 и 5).

2.2.7. Физико-химические показатели продукта, полученного из дрожже-бактериальной ассоциации

Анализ элементного состава показал, что в продукте содержатся такие элементы, как фосфор, кальций, калий, магний и железо, которые играют особую роль в обмене углеводов и белковых веществ в растениях и в питании растений в целом.

Таблица 6

Физико-химические и биологические показатели полученного продукта на основе дрожже-бактериальной ассоциации

№ п/п	Название элемента	Содержание, %
1	Зола	2,3
2	Жир	0,27
3	Клетчатка	6,2
4	Глюкоза	0,078
5	Мальтоза	0,141
6	Фосфор	0,30
7	Кальций	0,20
8	Калий	0,014
9	Магний	0,05
10	Железо	0,024
11	Массовая доля сырого протеина	35,8
12	Микроорганизмы, КОЕ/г(см ³) не менее	
	-Азотобактер	$1 \cdot 10^9$
	-Дрожжи	$4 \cdot 10^9$
13	pH, не менее	6,1
14	Массовая доля СВ, % не менее	50

Выводы:

1. Дрожжи рода *Pichia* – суперпродуценты биомассы на твердых растительных субстратах могут быть выделены из различных биологических субстратов животного и растительного происхождения, причем из растительных субстратов суперпродуценты выделяются с большей частотой.

2. Рост отобранных дрожжей-продуцентов возможен как на целлюлозосодержащих субстратах, так и на их комплексах с углеводистыми субстратами, очень интенсивно стимулирующими рост дрожжей.

3. Негативное влияние посторонней микрофлоры на процесс твердофазного культивирования дрожжей может быть преодолено путем глубинного культивирования дрожжей на стерильных жидких гетерогенных средах и засева/увлажнения жидкими, высокоактивными культурами различных твердых растительных материалов.

4. Стимулирующее действие твердофазных дрожжевых и бактериальных культур на рост растений может быть объяснено как модификацией химического состава твердого растительного субстрата в ходе дрожжевой биоконверсии, так и активным размножением полезных почвенных бактерий в ростовых субстратах, содержащих дрожжевые культуры.

5. Реализация процесса производства дрожже-растительных нутриентов почвенного назначения может создать предпосылку для последующего производства подобных продуктов как кормового, так и пищевого профиля.

6. Разработан лабораторный регламент производства дрожже-растительного нутриента широкого профиля и ТУ 20.15.80-001-02068634-2017 нового продукта, которые могут быть адаптированы как к вновь создаваемым биотехнологическим производствам, так и к некоторым остановленным в настоящее время предприятиям пищевой промышленности.

7. Комплексная твердофазная культура *Pichia guilliermondii* Ap и *Azotobacter chroococcum* Sp на измельченных кукурузных стеблях с углеводистыми добавками обладает стимулирующим эффектом на рост ряда сельскохозяйственных культур.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК

1. **Мадзу Онгиеле Борис.** Продуценты и субстраты для производства дрожже-растительных нутриентов/ Хранение и переработка сельхозсырья. – 2017. - №2. – С.18-21.

2. **Мадзу Онгиеле Борис.** Дрожжи рода *Pichia* как инструмент биоконверсии растительного сырья/ Борисенко Е.Г., Сидоренко О.Д.// Успехи современной науки. – 2017. - №3. – Том 6. – С.75-79.

3. **Мадзу Онгиеле Борис.** Свойства дрожже-бактериального препарата/ Агрохимия. – 2017. - №6. – С.68-72.

4. **Мадзу Онгиеле Борис.** Производство дрожжевых продуктов широкого профиля/ Борисенко Е.Г., Мадзу О.Б., Пироговская Е.К., Маслова Т.А.,

Азанова А.А. // Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2019. - №1, с.3-9.

5. **Мадзу Онгиеле Борис.** Селекция дрожжей – суперпродуцентов биомассы на целлюлозных субстратах/ Родригес В. И., Борисенко Е. Г. // Естественные и технические науки. – 2019. - №3 (в печати).

Статьи и материалы конференций

1. **Мадзу Онгиеле Борис.** Микробные ферментированные нутриенты на базе тропического растительного сырья/ Гало Ибаньес Н.К., Родригес В.И., Борисенко Е.Г.// Общеуниверситетская научная конференция молодых учёных и специалистов «День науки» часть XII. Апрель 2015г.– М: МГУПП, 2015. – С.50-53.

2. **Мадзу Онгиеле Борис.** Дрожжевые обогатители кормов на основе травяной муки/ Зражевский П.А., Родригес В.И., Борисенко Е.Г.// Общеуниверситетская научная конференция молодых учёных и специалистов «День науки» часть II. Апрель 2016г.– М: МГУПП, 2016. – С.26-28.

3. **Мадзу Онгиеле Борис.** Бактериально-дрожжевые ассоциации в растениеводстве/ Борисенко Е.Г., Родригес В.И., Сидоренко О.Д.// Международная конференция, посвященная 120-летию создания кафедры микробиологии и к 150-летию со дня рождения профессора Н.Н. Худякова «Современные аспекты сельскохозяйственной микробиологии» Декабрь 2016. – М: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – С.54-55.

SUMMARY

Was made an attempt to obtain the plant growth stimulants by the yeast bioconversion of vegetable raw materials. The yeast is isolated from vegetables substrates actively growing on the primary and secondary plant raw materials. The yeasts cultures are applied as the stimulants of growth of soil bacteria and agricultural plants.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ В АВТОРЕФЕРАТЕ

ГФ – глубинная ферментация; **КОЕ** – колониеобразующие единицы; **СВ** – сухое вещество; **ТФФ** – твердофазная ферментация.