

Е. Н. Макарова

**Расщепление глюкозы и синтез биомассы у дрожжей рода
Candida при разных условиях азотного и витаминного
питания**

Из многочисленных источников азота (соли аммония, нитраты, аминокислоты, амиды, пептиды и др.) лучшими в смысле усвояемости являются два: соли аммония и полноценная смесь аминокислот (Соок, 1958; Иерусалимский, 1949; Ingram, 1955; Тер-Карапетян, Арутюнян, Мхитарян, 1957; Кретович, Краузе, 1961; Thorne, 1949).

Когда источниками азота являются единичные аминокислоты, то перед использованием дрожжами они подвергаются дезаминированию, вследствие чего хуже аммония в питательном отношении, и только аспарагиновая кислота и ее амид-аспарагин обладают более высокой питательной ценностью по сравнению с аммонием. Кроме того, установлено, что иногда аспарагиновая кислота может заменять биотин в качестве стимулятора роста (Тер-Карапетян, Арутюнян, Мхитарян, 1957; Lardy, 1947; Филипов, 1962). Когда же используется полноценная смесь аминокислот, то дрожжи ассимилируют их без изменения. И только лишь при отсутствии необходимых аминокислот в смеси имеет место дезаминирование, чтобы обеспечить синтез этих аминокислот из аммония. Поэтому смесь аминокислот имеет большую ценность как источник азота для дрожжей по сравнению с единичными аминокислотами (Thorne, 1949).

Нитраты являются хорошим источником азота только для некоторых дрожжевых организмов, поэтому способность использовать нитрат применяется для таксономических целей (Lodder and Kreger-Van-Rij, 1952).

В процессе аэробного расщепления источника углерода последний через множество этапов превращается в осколки, поступающие в дальнейшем в реакции прямого аминирования

или переаминирования, что приводит, в конце концов, к синтезу аминокислот и белков. Таким образом, степень расщепления глюкозы является важнейшим признаком, указывающим на возможность направления источника углерода к образованию аминокислот при данных условиях внешней среды.

Суммарным результатом аэробной жизнедеятельности дрожжевых организмов является рост биомассы культуры, так как при данных условиях процессы брожения доведены до минимума, а наибольшие доли источников углерода и азота направлены на синтез протоплазмы. Это явление особенно наглядно в ряде балансных опытов, где найдено, что из 100 частей моносахарида исходной среды в среднем 50% расходуется на синтез биомассы, 40—45% — на выделение углекислого газа и лишь только 5—10% редуцирующих веществ остается в среде, что представляет собой сумму неиспользованного сахара и вернувшихся в среду редуцирующих продуктов диссимилиации клеток (Claassen, 1934; Fink, Krebs, Lechner, Тер-Карпетян, 1957). Применяемый балансный метод позволяет оценивать не только интенсивность синтеза биомассы в абсолютно весовых количествах, а также полезный коэффициент синтеза биомассы на единицу расщепленного сахара.

Исходя из вышеизложенного, основной целью настоящей работы является выяснение роли источников азотного питания, в частности сульфата аммония, аспарагина, смеси аспарагина и сульфата аммония, а также витаминов группы В на интенсивность расщепления глюкозы, на количество синтезированной биомассы и полезного коэффициента синтеза биомассы на единицу расщепленной глюкозы у некоторых дрожжей рода *Candida*.

Некоторые результаты по данному вопросу нами сообщены ранее (М. Тер-Карпетян; Е. Макарова, 1963), в настоящей статье детально изложены результаты повторных опытов со статистической обработкой.

Методика исследования

Объектами исследования служили следующие представители рода *Candida*, полученные из отдела типовых куль-

тур Института микробиологии АН СССР (профессор В. Кудрявцев), а именно *C. utilis* № 106, *C. guilliermondii* № 71, *C. guilliermondii membranifaciens* № 72, *C. pulcherrima* № 95, *C. arborea* № 64, *C. chevalieri* № 66, *C. tropicalis* DH-3 и *C. tropicalis* K3-10, полученный от кандидата биологических наук Ш. Авакян (лаборатория биохимии АрмНИИЖиВ).

Культуральная основная среда (о. с.) имеет следующий состав на 1 литр водопроводной воды: глюкоза—10г, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —3,12г, KH_2PO_4 —1,25г, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ —0,625г., NaCl —0,125г, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ —0,125г, (аспарагин—3,2г).

Для изучения витаминов о. с. дополнялась витаминами комплекса В в расчете на 1 литр в гаммах (J. Wickerham, 1951): биотин—8, тиамин—500, рибофлавин—250, никотиновая кислота—500, пиридоксин—500, пантотеновая кислота (Сапантотенат)—500, фолиевая кислота—2,5, инозит—2500, парааминобензойная кислота—250.

При исследовании витаминных потребностей было найдено, что *C. utilis* нуждается в тиаминах, *C. chevalieri*—является ауксоавтотрофом, а *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens*, *C. pulcherrima*, *C. tropicalis* DH-3 и *C. tropicalis* K3-10 нуждаются в биотине (М. Тер-Карпетян, Е. Макарова, 1963).

Посевной материал выращивался на круговой качалке в течение 20—24 часов при оптимальных температурах роста, которые ранее нами были определены для каждого штамма (Е. Макарова, 1963).

Промытая биомасса подвергалась голоданию в дистиллированной воде в течение 24 часов. Посевной материал вносился в количестве 5—8 мг (абсолютно сухого вещества) на 100 мл культуральной среды, помещенной в 750 мл колбы Эрленмейера.

Инкубирование проводилось в течение 16—24 часов на качалке до расходования 85—90% глюкозы исходной среды в вариантах с витаминами. В вариантах без витаминов расщепление глюкозы не превышало в большинстве случаев 10% исходного количества.

Результаты экспериментов оценивались следующими методами: расщепление глюкозы—микрометодом феррициани-

да, биомасса—путем взвешивания, экономический коэффициент синтеза биомассы—соотношением количества синтезированной биомассы к количеству расщепленной глюкозы.

Работа проводилась под руководством академика АН АрмССР профессора М. А. Тер-Карапетяна.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Аэробное расщепление глюкозы

А) Влияние витаминов группы В на расщепление глюкозы при наличии сульфата аммония

Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 1 и на рис. 1.

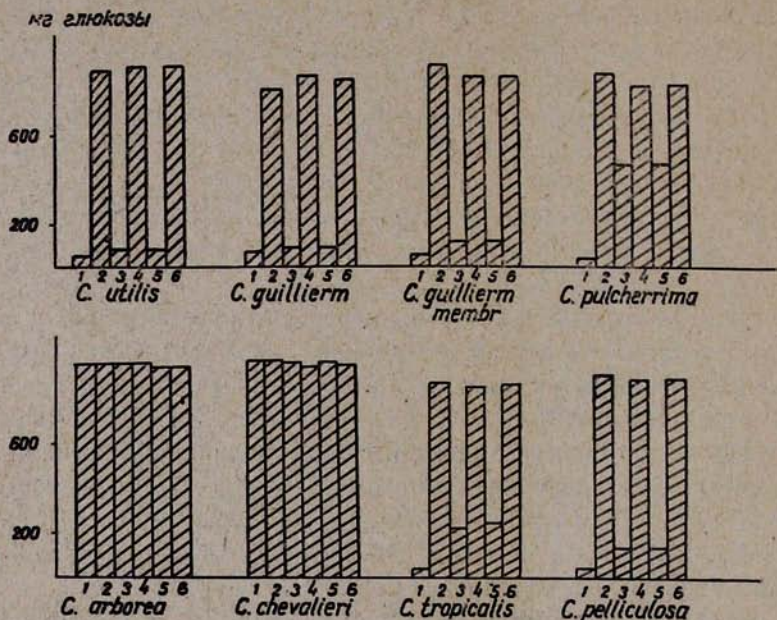


Рис. 1. Влияние витаминов и источников азота на расщепление глюкозы дрожжами рода *Candida* 1) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 2) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + витамины, 3) аспарагин, 4) аспарагин + витамины, 5) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + аспарагин, 6) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + аспарагин + витамины.

Из таблицы и рисунка следует, что в условиях наших опытов в основной среде при отсутствии витаминов *C. utilis*,

Таблица 1

Влияние витаминной группы В на степень расщепления глюкозы при наличии сульфата аммония (в миллиграммах глюкозы)

Варианты	Комплекс вита- минов В			Биотин или тиамин			Отклоне- ния от среднего	Отклоне- ния от 100
	1	2	3	4	5	6		

Candida utilis								
Без витам.	34	54	40	30	70	36	44±6	±14
С витам.	887	933	969	981	749	775	882±45	±5

Candida guilliermondii								
Без витам.	64	70	50	100	—	—	71±11	±14
С витам.	758	748	767	962	803	—	807±41	±5

Candida guilliermondii membranifaciens								
Без витам.	76	46	76	44	—	—	61±9	±15
С витам.	1025	847	855	960	—	—	922±43	±5

Candida pulcherrima								
Без витам.	58	79	40	70	40	—	57±8	±14
С витам.	908	913	877	834	924	—	891±16	±2

Candida arborea								
Без витам.	972	970	982	1025	917	—	973±16	±2
С витам.	983	970	983	1034	917	—	977±19	±2

Candida chevalieri								
Без витам.	978	1018	930	999	1028	—	991±17	±2
С витам.	978	1018	930	998	1028	—	991±17	±2

Candida tropicalis DH-3								
Без витам.	47	36	44	46	—	—	43±2	±5
С витам.	950	861	898	828	—	—	884±26	±3

Candida tropicalis K3-10								
Без витам.	40	40	36	20	—	—	34±5	±15
С витам.	990	920	892	898	883	—	917±19	±2

C. guilliermondii, *C. guilliermondii membranifaciens*, *C. pulcherrima*, *C. tropicalis* и DH-3 *C. c. tropicalis* K3-10 расщепляют заданную глюкозу в пределах 3—7%, с колебаниями

от среднего значения $\pm 2-15\%$. *C. chevalieri* и *C. arborea* полностью расщепляют глюкозу в отсутствие витаминов, в частности биотина.

Дополнение к основной среде биотина, тиамина или смеси комплекса В резко стимулирует процесс расщепления глюкозы, доводя его до 80—90% заданного количества, с колебаниями от средних значений в пределах $\pm 2-5\%$.

В) Влияние витаминов группы В на расщепление глюкозы при наличии аспарагина

Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 2 и на рис. 1.

Приведенные данные показывают, что в условиях наших опытов в основной среде при отсутствии витаминов *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens*, *C. tropicalis* КЗ-10 расщепляют заданную глюкозу в пределах 7—12%, с колебаниями от среднего значения $\pm 2-15\%$. Наглядно отличаются в этом отношении *C. tropicalis* ДН-3 и *C. pulcherrima*, которые расщепляют заданную глюкозу в пределах 20—46%, с колебаниями от среднего значения $\pm 9-12\%$. Еще больше отличаются *C. arborea* и *C. chevalieri*, которые полностью расщепляют глюкозу при отсутствии витаминов.

При дополнении к основной среде биотина, тиамина или смеси комплекса В расщепление глюкозы достигает 85—95% заданного количества с колебаниями от средних значений $\pm 2-6\%$.

Таким образом, аспарагин является хорошим источником азота для всех исследуемых штаммов. *C. chevalieri* и *C. arborea*, являющиеся ауксоавтотрофами, полностью расщепляют глюкозу среды без витаминов. Остальные штаммы достигают этого только при наличии витаминов. Однако в основной среде с аспарагином степень расщепления глюкозы выше, чем в основной среде с аммоний сульфатом у всех исследуемых штаммов. Особо следует отметить *C. pulcherrima*, у которого расщепление глюкозы в основной среде с аспарагином превышает таковое в основной среде с аммоний сульфа-

Таблица 2

Влияние витаминов группы В на степень расщепления глюкозы при наличии аспарагина (в миллиграммах глюкозы)

Варианты	Комплекс витаминов В			Биотин или тиамин		Отклонения от среднего	Отклонения от 100
	1	2	3	4	5		
Candida utilis							
Без витам.	80	54	46	90	—	68±10	±15
С витам.	934	981	785	928	—	908±42	±5
Candida guilliermondii							
Без витам.	70	120	94	—	—	95±14	±14
С витам.	961	830	794	—	—	862±31	±4
Candida guilliermondii membranifaciens							
Без витам.	74	130	124	—	—	109±17	±15
С витам.	851	805	963	—	—	873±51	±6
Candida pulcherrima							
Без витам.	476	360	555	—	—	464±55	±12
С витам.	882	846	720	924	—	843±44	±5
Candida arborea							
Без витам.	990	887	970	983	1034	973±24	±2
С витам.	976	887	970	983	1034	970±24	±2
Candida chevalieri							
Без витам.	988	930	998	1025	—	985±20	±2
С витам.	988	930	998	—	—	962±22	±2
Candida tropicalis DH-3							
Без витам.	280	190	266	204	—	234±22	±9
С витам.	871	841	901	841	—	864±14	±2
Candida tropicalis K3-10							
Без витам.	130	84	100	200	—	129±3	±2
С витам.	966	828	865	939	—	900±32	±4

том в 10 раз. Все это говорит о том, что аспарагин частично заменяет биотин.

В) Влияние витаминов группы В на расщепление глюкозы при наличии смеси сульфата аммония и аспарагина

Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 3 и на рис. 1.

Таблица 3
Влияние витаминов группы В на степень расщепления глюкозы при наличии смеси сульфата аммония и аспарагина (в миллиграммах глюкозы)

Варианты	Комплекс витаминов В			Биотин или тиамин	Отклонения от среднего	Отклонения от 100
	1	2	3	4		
Candida utilis						
Без витам.	90	54	80	—	75±11	±15
С витам.	935	982	803	928	912±38	±4
Candida guilliermondii						
Без витам.	64	120	94	—	93±18	±19
С витам.	858	838	864	—	853±9	±1
Candida guilliermondii membranifaciens						
Без витам.	74	146	150	—	123±25	±20
С витам.	853	814	963	—	877±45	±5
Candida pulcherrima						
Без витам.	476	380	555	—	470±5	±1
С витам.	884	710	940	—	845±70	±8
Candida arborea						
Без витам.	985	983	970	921	965±2	±0
С витам.	976	983	970	917	962±2	±0
Candida chevalieri						
Без витам.	978	930	998	1035	985±22	±2
С витам.	978	998	930	—	969±20	±2
Candida tropicalis DH-3						
Без витам.	280	205	214	280	245±20	±9
С витам.	871	853	966	841	883±28	±3
Candida tropicalis K3-10						
Без витам.	184	110	136	—	143±22	±15
С витам.	964	842	865	941	903±3	±0

Данные говорят о том, что в условиях наших опытов в основной среде при отсутствии витаминов *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens* и *C. tropicalis* КЗ-10 расщепляют заданную глюкозу в пределах 8—14%, с колебаниями от среднего значения $\pm 15-20\%$. Отличаются в этом отношении *C. tropicalis* ДН-3 и *C. pulcherrima*, которые расщепляют заданную глюкозу в пределах 25—47%, с колебаниями от среднего значения $\pm 1-9\%$. Еще больше отличаются *C. chevalieri* и *C. arborea*, которые полностью расщепляют глюкозу при отсутствии витаминов.

Дополнение к основной среде биотина, тиамина или смеси комплекса В способствует расщеплению глюкозы в пределах 85—95% заданного количества, с колебаниями от средних значений $\pm 0-8\%$.

Таким образом, смесь неорганического и органического азотов представляет собой хороший источник азотистого питания для исследуемых культур. В его действии на процесс расщепления глюкозы, в основном, наблюдаются те же закономерности, что и с одним аспарагином.

2. Синтез биомассы

А) Влияние витаминов группы В на количество синтезированной биомассы при наличии сульфата аммония

Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 4 и на рис. 2.

Данные указывают, что в условиях наших опытов в основной среде при отсутствии витаминов *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens*, *C. pulcherrima*, *C. tropicalis* ДН-3 и *C. tropicalis* КЗ-10 синтезируют биомассу в пределах 6—8 мг, с колебаниями от среднего значения $\pm 0-9$ мг. Отличается в этом отношении *C. arborea*, накапливающий 296 ± 28 мг биомассы.

C. chevalieri синтезирует максимальное количество биомассы— 417 ± 23 мг в отсутствие витаминов.

Дополнение к основной среде биотина, тиамина или смеси комплекса В стимулирует процесс синтеза биомассы до максимума частично у *C. arborea* и резко у *C. utilis*, *C.*
268—7

Таблица 4

Влияние витаминов группы В на количество синтезированной биомассы при наличии аммония сульфата (в миллиграммах биомассы)

при питании

Варианты	Комплекс витами- нов В			Биотин или тиамин			Отклоне- ния от среднего	Отклоне- ния от 100
	1	2	3	4	5	6		
Candida utilis								
Без витам.	10	8	6	14	7	7	9±1	±11
С витам.	343	379	353	276	295	334	330±16	±5
Candida guilliermondii								
Без витам.	36	59	16	10	20	—	28±9	±32
С витам.	293	339	328	377	307	—	329±14	±4
Candida guilliermondii membranifaciens								
Без витам.	10	10	14	8	—	—	11±1	±9
С витам.	416	338	341	376	—	—	368±18	±5
Candida pulcherrima								
Без витам.	20	24	12	22	10	12	17±6	±35
С витам.	369	382	316	302	210	299	313±25	±8
Candida arborea								
Без витам.	214	277	304	328	280	—	296±28	±9
С витам.	297	410	401	424	336	—	374±24	±7
Candida chevallieri								
Без витам.	478	468	392	366	383	—	417±23	±5
С витам.	488	460	390	362	385	—	417±24	±5
Candida tropicalis DH-3								
Без витам.	7	7	7	8	—	—	7±0	±2
С витам.	304	344	321	315	—	—	321±8	±2
Candida tropicalis K3-10								
Без витам.	7	8	5	4	—	—	6±0,6	±10
С витам.	302	269	292	290	310	—	293±6	±2

guilliermondii, *C. guilliermondii membranifaciens*, *C. pulcherrima*, *C. tropicalis* DH-3, *C. tropicalis* K3-10. В этих условиях синтезируется 313—374 мг биомассы, с колебаниями от среднего значения ±6—25 мг.

Б) Влияние витаминов группы В на синтез биомассы при наличии аспарагина

Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 5 и на рис. 2.

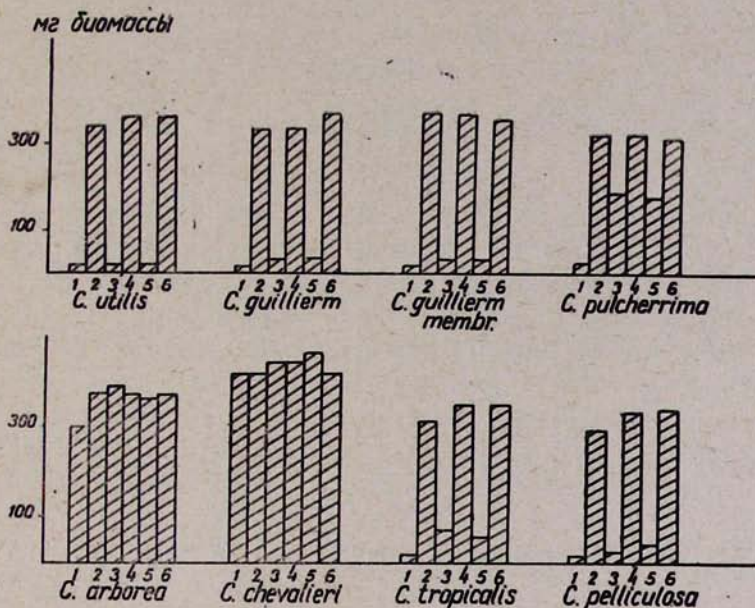


Рис. 2. Влияние витаминов и источников азота на синтез биомассы дрожжами рода *Candida*: 1) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 2) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + витамины, 3) аспарагин, 4) аспарагин + витамины, 5) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + аспарагин, 6) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + аспарагин + витамины

Данные указывают, что в условиях наших опытов в основной среде при отсутствии витаминов *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens*, *C. tropicalis* K3-10 синтезируют биомассу в пределах 14—26 мг, с колебаниями от среднего значения ± 2 —5 мг. Отличаются в этом отношении *C. tropicalis* DH-3, *C. pulcherrima*, которые синтезируют довольно много биомассы, а именно 64—177 мг, с колебаниями от среднего значения ± 11 —25 мг. Еще больше отличаются *C. arborea* и *C. chevalieri*, которые синтезируют мак-

Таблица 5

Влияние витаминов группы В на количество синтезированной биомассы при наличии аспарагина (в миллиграммах биомассы)

Варианты	Комплекс витаминов В				Биотин или тиамин	Отклонения от среднего	Отклонения от 100
	1	2	3	4			

Candida utilis							
Без витам.	7	10	9	18	—	14±2	±14
С витам.	365	369	316	366	—	354±19	±5

Candida guilliermondii							
Без витам.	36	—	15	25	23	25±4	±16
С витам.	260	349	384	324	333	330±20	±6

Candida guilliermondii membranifaciens							
Без витам.	15	25	26	—	—	22±3	±13
С витам.	346	311	381	—	—	346±20	±5

Candida pulcherrima							
Без витам.	158	230	115	204	—	177±25	±14
С витам.	350	322	250	329	—	313±26	±8

Candida arborea							
Без витам.	288	364	409	401	440	380±26	±7
С витам.	258	378	431	410	448	365±35	±8

Candida chevalieri							
Без витам.	529	412	368	466	—	444±36	±8
С витам.	531	420	380	—	—	444±14	±3

Candida tropicalis DH-3							
Без витам.	100	53	52	52	—	64±11	±17
С витам.	350	343	353	336	—	346±4	±1

Candida tropicalis K3-10							
Без витам.	26	16	20	40	—	26±5	±19
С витам.	339	312	316	374	—	333±5	±2

симальное количество биомассы при отсутствии витаминов—380—344±26—36 мг.

Дополнение к основной среде биотина, тиамина или смеси комплекса В стимулирует процесс синтеза биомассы до мак-

симума, частично у *C. tropicalis* DH-3 и *C. pulcherrima* и резко у *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens*, *C. tropicalis* K3-10—313—354 мг биомассы, с колебаниями от среднего значения ± 4 —26 мг.

В) Влияние витаминов группы В на синтез биомассы
при наличии смеси сульфата аммония и аспарагина

Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 6 и на рис. 2.

Из таблицы и рисунка следует, что в условиях наших опытов в основной среде при отсутствии витаминов *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifac.*, *C. tropicalis* K3-10 синтезируют биомассу в пределах 15—34 мг, с колебаниями от среднего значения ± 0 —7 мг. Наглядно отличаются в этом отношении *C. tropicalis* DH-3 и *C. pulcherrima*, которые синтезируют довольно много биомассы, а именно 56—162 мг, с колебаниями от среднего значения ± 2 —19 мг. Еще больше отличаются *C. arborea* и *C. chevalieri*, которые синтезируют максимальное количество биомассы при отсутствии витаминов—369—463 мг, с колебаниями от среднего значения ± 28 —34 мг.

Дополнение к основной среде биотина, тиамина или смеси комплекса В стимулирует процесс синтеза биомассы до максимума частично у *C. tropicalis* DH-3 и *C. pulcherrima* и резко у *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens* и *C. tropicalis* K3-10. В этих условиях синтезируется 341—372 мг биомассы, с колебаниями от среднего значения ± 1 —30 мг.

3. Полезный коэффициент синтеза биомассы на единицу
расщепленной глюкозы

А) Влияние витаминов группы В на полезный коэффициент
синтеза биомассы при наличии сульфата аммония

Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 7.

Таблица 6

Влияние витаминов группы В на количество синтезированной биомассы при наличии смеси сульфата аммония и аспарагина (в миллиграммах биомассы)

Варианты	Комплекс витаминов В			Биотин или тиамин	Отклонения от среднего	Отклонения от 100
	1	2	3			
Candida utilis						
Без витам.	18	12	16	—	15±2	±13
С витам.	368	360	315	370	353±13	±4
Candida guilliermondii						
Без витам.	26	26	25	—	26±0	±0
С витам.	405	333	355	—	364±21	±6
Candida guilliermondii membranifaciens						
Без витам.	15	30	31	—	25±5	±20
С витам.	350	319	373	—	347±16	±5
Candida pulcherrima						
Без витам.	149	137	200	—	162±19	±11
С витам.	350	257	342	—	316±30	±9
Candida arborea						
Без витам.	294	418	410	353	369±28	±8
С витам.	305	420	412	439	372±27	±8
Candida chevalieri						
Без витам.	534	420	390	509	463±34	±7
С витам.	539	419	382	—	447±47	±15
Candida tropicalis DH-3						
Без витам.	—	54	60	56	56±2	±4
С витам.	360	339	389	328	345±4	±1
Candida tropicalis K3-10						
Без витам.	34	22	25	54	34±7	±21
С витам.	340	327	319	377	341±1	±0

Из таблицы и рисунка следует, что в условиях опытов в основной среде при отсутствии витаминов у *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens*, *Candida tro-*

Таблица 7

Влияние витаминов группы В на полезный коэффициент синтеза биомассы при наличии сульфата аммония (в %)

Варианты	Комплекс витаминов В				Биотин или тиамин		Отклонения от среднего	Отклонения от 100
	1	2	3	4	5	6		

Candida utilis								
Без витам.	18	19	20	20	18	19	19±0	±0
С витам.	37	39	36	36	38	39	38±3	±8

Candida guilliermondii								
Без витам.	19	25	22	20	20	—	21±1	±5
С витам.	39	45	43	39	38	—	41±2	±4

Candida guilliermondii membranifaciens								
Без витам.	16	21	18	19	—	—	19±1	±5
С витам.	41	40	40	39	—	—	40±0	±0

Candida pulcherrima								
Без витам.	35	31	30	32	28	31	31±0	±0
С витам.	41	42	36	36	34	32	37±5	±1

Candida arborea								
Без витам.	22	28	31	32	31	—	30±3	±10
С витам.	30	42	41	41	37	—	38±2	±5

Candida chevalieri								
Без витам.	49	46	42	37	37	—	42±2	±5
С витам.	50	45	42	36	38	—	42±2	±2

Candida tropicalis DH-3								
Без витам.	15	20	16	18	—	—	17±1	±6
С витам.	32	40	36	38	—	—	37±2	±5

Candida tropicalis K3-10								
Без витам.	20	19	14	20	—	—	18±1	±6
С витам.	31	29	33	32	35	—	32±1	±3

icalis DH-3 и *Candida tropicalis* K3-10 полезный коэффициент синтеза биомассы составляет 17—21%, с колебаниями от среднего количества в пределах 1—3%. Отличаются в этом отно-

шении *C. pulcherrima*, *C. arborea* и особенно *C. chevalieri*, у которых полезный коэффициент синтеза биомассы достигает высокого уровня—30—42%, с колебаниями от среднего значения $\pm 0-2\%$.

Дополнение основной среды биотином, тиаминном или смесью комплекса *B* не вызывает резкого изменения в полезном коэффициенте синтеза биомассы. В данном случае у *C. chevalieri* последний остается на прежнем уровне—42—2%. У *C. pulcherrima* и *C. arborea* увеличивается на 18—20% и составляет 37—38%, с колебаниями от среднего значения $\pm 2-5\%$.

У *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membrifaciens*, *C. tropicalis* DH-3, *Candida tropicalis* K3-10 полезный коэффициент увеличивается на 50% и составляет 32—41%, с колебаниями от среднего значения в пределах $\pm 0-3\%$.

Б) Влияние витаминов группы В на полезный коэффициент синтеза биомассы при наличии аспарагина

Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 8.

Из таблицы следует, что в условиях наших опытов в основной среде при отсутствии витаминов у *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membrifaciens*, *C. tropicalis* K3-10 полезный коэффициент синтеза биомассы составляет 20—22%, с колебаниями от среднего значения $\pm 0-0,5\%$. Отличаются в этом отношении *C. tropicalis* DH-3, *C. pulcherrima* и особенно *C. arborea* и *C. chevalieri*, у которых полезный коэффициент синтеза биомассы достигает высокого уровня—28—45% с колебаниями от среднего значения $\pm 1-3\%$.

Дополнение к основной среде биотина, тиамина или смеси комплекса *B* не вызывает резкого изменения в полезном коэффициенте синтеза биомассы. В данном случае у *C. arborea* и *C. chevalieri* последний остается на прежнем уровне—39—46%, с колебаниями от среднего значения $\pm 3-5\%$. У *C. pulcherrima* и *C. tropicalis* DH-3 он несколько повышается и достигает уровня 37—40%, с колебаниями от среднего значения $\pm 0-1\%$. У *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii*

Таблица 8

Влияние витаминов группы В на полезный коэффициент синтеза биомассы при наличии аспарагина (в %)

Варианты	Комплекс витаминов В			Биотин или тизмин		Отклонения от среднего	Отклонения от 100
	1	2	3	4	5		
Candida utilis							
Без витам.	21	19	19	20	—	20±0	±0
С витам.	39	38	40	40	—	39±0	±0
Candida guilliermondii							
Без витам.	21	22	21	24	—	22±0,5	±2
С витам.	44	40	39	42	—	41±1	±2
Candida guilliermondii membranifaciens							
Без витам.	20	19	21	—	—	20±0,1	±0,5
С витам.	41	39	40	—	—	40±1	±2
Candida pulcherrima							
Без витам.	32	35	32	37	—	34±1	±3
С витам.	40	38	35	36	—	37±1	±3
Candida arborea							
Без витам.	29	41	42	41	42	39±3	±8
С витам.	26	42	44	42	43	39±3	±8
Candida chevalieri							
Без витам.	54	44	37	45	—	45±3	±7
С витам.	54	45	38	—	—	46±5	±1
Candida tropicalis DH-3							
Без витам.	36	28	20	26	—	28±3	±10
С витам.	40	41	39	40	—	40±0	±0
Candida tropicalis K3-10							
Без витам.	20	19	20	20	—	20±0,5	±2
С витам.	35	38	35	39	—	37±1	±3

membranifaciens и *C. tropicalis* K3-10 полезный коэффициент увеличивается в среднем на 50% и составляет 37—41%, с колебаниями от среднего значения на ±0—1%.

В) Влияние витаминов группы В на полезный коэффициент синтеза биомассы при наличии смеси сульфата аммония и аспарагина

Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 9.

Таблица 9

Влияние витаминов группы В на полезный коэффициент синтеза биомассы при наличии смеси сульфата аммония и аспарагина (в %)

Варианты	Комплекс витаминов В			Биотин или тиамин	Отклонения от среднего	Отклонения от 100
	1	2	3			
Candida utilis						
Без витам.	20	22	19	—	20±0,3	±1
С витам.	39	38	39	40	39±0	±0
Candida guilliermondii						
Без витам.	19	22	26	—	22±2	±9
С витам.	47	40	41	—	43±2	±5
Candida guilliermondii membranifaciens						
Без витам.	20	21	21	—	21±0	±0
С витам.	41	39	39	—	40±0	±0
Candida pulcherrima						
Без витам.	31	36	36	—	34±2	±6
С витам.	40	36	36	—	37±1	±2
Candida arborea						
Без витам.	30	43	42	38	38±3	±8
С витам.	31	43	42	38	39±3	±8
Candida chevalieri						
Без витам.	55	45	39	49	47±3	±4
С витам.	55	45	38	—	46±6	±13
Candida tropicalis DH-3						
Без витам.	—	26	28	20	25±2	±8
С витам.	41	40	40	39	40±0	±0
Candida tropicalis K3-10						
Без витам.	19	20	18	20	22±1	±5
С витам.	35	39	37	40	38±1	±3

Из таблицы следует, что в условиях опытов в основной среде при отсутствии витаминов у *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens*, *Candida tropicalis* DH-3 и *Candida tropicalis* K3-10 полезный коэффициент синтеза биомассы составляет—20—25%, с колебаниями от среднего значения ± 0 —2%. Отличаются в этом отношении *C. pulcherrima*, *C. chevalieri* и *C. arborea*, у которых полезный коэффициент синтеза биомассы достигает высокого уровня—34—47%, с колебаниями от среднего значения ± 2 —3%.

Дополнение к основной среде биотина, тиамин или смеси комплекса В не вызывает резкого изменения в полезном коэффициенте синтеза биомассы. В данном случае у *C. arborea* и *C. chevalieri* последний остается на прежнем уровне—39—46 ± 3 —6%. У *C. pulcherrima* он несколько повышается и достигает уровня—37 ± 1 %. У *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens*, *C. tropicalis* DH-3 и *Candida tropicalis* K3-10 полезный коэффициент увеличивается в среднем на 50% и составляет 38—43%, с колебаниями от среднего значения ± 0 —2%.

В ы в о д ы

1. Сульфат аммония, аспарагин и смесь их являются хорошими источниками азота для исследуемых видов дрожжей рода *Candida*, для аукоавотрофных штаммов—без витаминов комплекса В, для аукогетеротрофных штаммов—в присутствии этого комплекса.

2. Максимальное расщепление глюкозы достигается у *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens*, *C. pulcherrima*, *C. tropicalis* DH-3, *C. tropicalis* K3-10 только в присутствии витаминов, в частности биотина или тиамин, при наличии в среде сульфата аммония.

При наличии в среде аспарагина как одного, так и в смеси с сульфат аммонием у *C. pulcherrima* и *C. tropicalis* DH-3 стимулируется функция расщепления глюкозы среды. Это говорит о том, что аспарагин частично заменяет биотин.

C. arborea и *C. chevalieri* полностью расщепляют заданную глюкозу с разными источниками азота как при наличии витаминов, так и без них.

3. Максимальное количество биомассы достигается у *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens*, *C. pulcherrima*, *C. tropicalis* DH-3, *Candida tropicalis* K3-10 и частично *C. arborea* только в присутствии витаминов, в частности биотина или тиамина, при наличии в среде сульфата аммония.

С аспарагином как одним, так и в смеси с сульфат аммонием у *C. pulcherrima*, *C. tropicalis* DH-3 биотин только частично стимулирует синтез биомассы, а у *C. arborea* аспарагин полностью заменяет биотин.

4. Коэффициент синтеза биомассы на единицу расщепленной глюкозы слабо контролируется наличием витаминов и источников азота.

У большинства исследуемых культур при наличии в среде разных источников азота коэффициент синтеза биомассы без витаминов составляет 10—17%, при наличии витаминов—35—45%.

Ե. Ն. ՄԱԿԱՐՈՎԱ

CANDIDA ՇԱՔԱՐԱՍՆԿԵՐԻ ՏԱՐԲԵՐ ԱԶՈՏԱՅԻՆ ԵՎ
ՎԻՏԱՄԻՆԱՅԻՆ ՍՆՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ԳԼՅՈՒԿՈՋԱՆ
ՃԵՂՔԵԼՈՒ ՈՒ ԲԻՈՄԱՍՍԱՆ ՍԻՆԹԵԶԵԼՈՒ ՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

1. *Candida* ցեղի շաքարասնկերի համար $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -ը, ասպարագինը և $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + ասպարագին խառնուրդը հանդիսանում է աղոտի հիանալի աղբյուր, ըստ որում առկառավորորոք շտամները առանց B խմբի վիտամինների, իսկ առկառե-տերորոք շտամները աղ խմբի առկառությամբ:

2. Առկառետերորոք շտամները (*C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens*, *C. pulcherrima*, *C. tropicalis* DH-3, *C. tropicalis* K3-10) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ պարունակող սննդամիջավայրում գլյուկոզան մաքսիմում ճեղքման է ենթարկվում, եթե այնտեղ առկա են բիոտինը կամ թիամինը:

C. pulcherrima, *C. tropicalis* DH-3, երբ միջավայրում լինում է ասպարագինը և $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + ասպարագինի խառնուրդ, նույնպես

ներանք գլյուկոզայի ճեղքումն ակտիվացնում են: Դա նշանակում է, որ որոշ չափով ասպարագինը փոխարինում է բիոտինին:

Ազոտի տարբեր աղբյուրների պայմաններում *C. arborea* և *C. chevalieri*-ն անկախ վիտամինների առկայությունից գլյուկոզան լրիվ ճեղքում են:

3. Մեծ քանակությամբ բիոմասսա է կուտակվում *C. utilis*, *C. guilliermondii*-ն, *C. guillerm. membranifaciens*-ը, *C. pulcherrima*-ն, *C. tropicalis* DH-3, *C. tropicalis* K3-10-ի և որոշ չափով էլ *C. arborea*-ն, երբ սննդամիջավայրը պարունակում է $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ և բիոտին կամ թիամին:

Բիոմասսայի սինթեզումն ակտիվացնում է մասնակիորեն բիոտինը, իսկ *C. arborea*-ի համար ասպարագինը լրիվ փոխարինում է բիոտինին:

4. Հետազոտվող կուլտուրաների մեծ մասը ազոտի տարբեր աղբյուրների առկայությամբ, բիոմասսայի սինթեզի տնտեսական գործակիցը, կթե վիտամինի բացակայությամբ հավասար է 10—17 տոկոսի, ապա վիտամինի ներկայությամբ ան լինում է 35—45 տոկոս:

E. N. Makarova

Utilisation of glucose and synthesis of biomass by yeasts under various conditions of nitrogen and vitamin uptake

Summary

1. Maximum utilization of glucose by *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens*, *C. pulcherrima*, *C. tropicalis* and *C. pelliculosa* is attained only in the presence of vitamin B complex in the medium with $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

The acceleration of the function of glucose utilization by *C. pulcherrima* and *C. tropicalis* DH-3 is observed in the medium with asparagine and asparagine + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

C. arborea and *C. chevalieri* utilize glucose irrespective of the presence of vitamins.

2. Maximum yield of biomass by *C. utilis*, *C. guilliermondii*, *C. guilliermondii membranifaciens*, *C. pulcherrima*, *C. tropicalis* DH-3, *C. tropicalis* K3-10 and partly *C. arborea*

only is to be noted in the presence of vitamins B complex in the medium with $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

The partial acceleration of the function of biomass formation by *C. pulcherrima* and *C. tropicalis* DH-3 is to be seen in the media with asparagine and asparagine + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Asparagine completely replaces biotin in the case of *C. arborea*.

3. The investigated yeasts have a gradient of synthesis of biomass 10–17% without vitamins and 35–45% in presence of vitamins.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иерусалимский Н. Д. Азотное и витаминное питание микробов. Издательство АН СССР, 1949.
2. Тер-Карапетян М. А., Арутюнян Г., Мхитарян С. ДАН АрмССР, т. 25, № 5, 247, 1957.
3. Кретович В. и Краузе Е. «Микробиология», 1961, т. 30, в. 5, 881.
4. Филипов В. Биотин в растительном и животном организмах. Издательство АН СССР, 1962.
5. Тер-Карапетян М. ДАН СССР, 1957, т. 112, № 5, 915.
6. Тер-Карапетян М., Макарова Е. «Изв. АН АрмССР», т. 16, № 5, 1963.
7. Тер-Карапетян М., Макарова Е. «Изв. АН АрмССР», т. 16, № 10, 1963.
8. Макарова Е. «Изв. АН АрмССР», т. 16, № 1, 69.
9. A. Cook. „The chemistry and biology of yeasts“. Acad. Press, New York, 1958.
10. M. Ingram. „In Introduction to the biology of yeasts“. London 1955.
11. R. Thorne. Journal of Institute of brewing, 1949, 55, 1, 18.
12. H. Lardy. The Journal of biological chemistry, 1947, 169, 2, 451.
13. R. Thorne. Journal of Institute of brewing, 1949, 4, 201.
14. J. Lodder and Kreger-Van-Rij. „The yeasts. A taxonomic study. Amsterdam, 1952.
15. H. Fink, J. Krebs, R. Lechner. Biochem Zs., 1939, 301, 143.
16. H. Claassen. Biochem. Zs., 1934, 275, 35.