

С. А. Карагулян, М. Н. Барсегян

ПРОДУКТИВНОСТЬ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОБРАЗЦОВ ХЛОРЕЛЛЫ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА ТЕР- РИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

Хлорелла может стать дополнительным растительным материалом для питания человека и животных, а также ценным техническим сырьем. Хлорелла успешно применяется для регенерации воздуха в замкнутых экосистемах, очистки сточных вод и т.д.

Использование хлореллы для вышеуказанных целей тесно связано не только с улучшением технологии выращивания, изучением ее физиолого-биохимических особенностей, условиями питания, света, температуры, но и использованием различных штаммов, которые в зависимости от своего генотипа часто различаются по количественному накоплению биомассы и синтезу метаболитов. Так, например, разные штаммы хлореллы неодинаково реагируют на высокие концентрации питательного раствора (1,2). Если *Chlorella pyrenoidosa* SpK. хорошо развивается в растворе Тамия с самого начала культивирования, то *Chlorella pyrenoidosa* -82 в этом растворе проходит сравнительно длительную лаг-фазу (3). По данным Г. Г. Винберга (4), приспособленность и рост в загрязненных водах неодинаковы не только у различных представителей зеленых водорослей (хлорелла, сценедесмус), но и у различных штаммов хлореллы. В исследованиях Г. Л. Клячко-Гурвич и др. (5) выяснено, что в условиях азотного голодания у одних штаммов хлореллы усиливается липидный, у других - углеводный обмен.

Имея в виду пестроту эколого-климатических условий Армении, можно предположить, что в разных водоемах и озерах, расположенных в различных климатических зонах, распространены представители хлореллы, обладающие различными свойствами. Целью настоящей работы и было выявление местных, наиболее продуктивных, и, в частности, термофильных, перспективных для культивирования, образцов хлореллы. Критерием являлись оценка продуктивности и биохимический состав.

В течение 1965-1966 гг. в летний период были собраны образцы воды из водоемов, рек, озер. Образцы брались из пунктов, отличающихся различными климатическими и географическими условиями, в том числе в Араратской равнине, в высокогорье Арагаца, горячих источниках курорта Джермук и др.

Методика. Для получения аэрологически чистых культур хлореллы пользовались методикой, предложенной Владимировой и Семе-

ненко (6). Образцы (3-5 мм) заливались в колбы с жидкой стерильной питательной средой Тамия, которая является наиболее подходящей для выявления именно рода *Chlorella*. Колбы ставились на стекло с закрепленными снизу люминесцентными лампами до появления зеленой окраски. После получения накопительной культуры водоросли из жидкой среды переносили на чашку Петри с застывшим питательным агаром. На чашках образовались колонии хлореллы, которые петлей переносились на жидкую среду. Эту операцию проводили многократно.

Продуктивность выделенных образцов испытывалась на лабораторной установке УИВ в питательной среде Тамия. Для сравнения был взят стандартный штамм хлореллы (*Chlorella pyrenoidosa*-82, полученный нами из Института физиологии растений им. Тимирязева АН СССР). Температура выращивания 24-26 °C, освещенность 14 тысяч люкс.

В течение культивирования хлореллы подсчитывали число клеток и измеряли их размеры. В свежей биомассе определяли хлорофилл "а+в" колориметрически, методом Сапожникова. В конце выращивания, для определения сухой биомассы, суспензию центрифугировали, промывали дистиллированной водой, высушивали при температуре 80-85 °C. В сухой биомассе определяли общий азот по Кьельдалю, белковый азот по Бернштейну, жиры, золу. Полученный цифровой материал представляет средние арифметические данные 2-3 повторений.

Результаты исследований. После очистки и неоднократных пересевов были выбраны 50 образцов хлореллы. В табл. 1 приводим данные сухого вещества у 30 наиболее продуктивных образцов. Выход сухого вещества составляет в среднем 3-4 г/л (у стандартного штамма - 4,1 г/л). У остальных 20 образцов продуктивность сравнительно низкая (2,0-2,5 г/л). Испытанные образцы мало отличались друг от друга по размерам клеток (3-4 мк).

На долю хлорофилла в среднем приходится 3-4% сухого вещества (табл. 2), и здесь не наблюдается большой разницы между отдельными образцами. Такое содержание хлорофилла совпадает с данными литературы (7).

Выделенные образцы отличались высоким содержанием сырого белка (40-50%, табл. 2), что соответствует литературным данным о высокобелковости штаммов хлореллы, непосредственно выделенных из природы и не подвергшихся длительному культивированию (6). Высокобелковость для хлореллы является наследственным признаком и подвергается изменению в зависимости от внешних факторов среды (температура, освещенность, минеральное питание и др.) (8,9).

Содержание жиров варьирует в пределах от 1,5 до 10%. Сравнительно больше жиров обнаружено у водорослей с низким содержанием белка. Зольность у испытанных образцов различная и составляет от 5 до 22%.

Определение белковой и небелковой фракций азота (табл. 3) выявило, что в сумме сырого протеина на долю белка приходится 85-95%, остальное составляет небелковая фракция азота. Эти данные еще раз указывают на высокобелковость местных образцов хлореллы и показывают, что процент белка не зависит от места выделения и содер-

Таблица 1

Продуктивность исследуемых образцов
хлореллы

Агроклимати- ческая зона X	№об- разца	Район и пункт сбора водо- рослей	Число кле- ток в кон- це опыта, млн/мл	Сухая масса, г/л	Размеры клеток, мк
Сухая резко континентальная	82	Стандартный (контроль)	480	4,1	4,3
	30	г. Ереван (ок- рестности)	400	4,0	4,6
	33	"	340	3,2	3,8
	7	Эчмиадзинский	400	3,8	3,8
	8	"	500	4,1	4,3
	22	"	300	3,6	3,4
	23	"	400	3,6	3,0
	24	"	320	3,4	3,1
	25	"	300	3,6	3,8
	32	"	435	3,1	3,2
	39	"	320	3,8	4,0
	42	Октемберянский	330	3,2	3,8
	49	"	330	3,0	3,3
	46	Вединский	280	3,2	3,1
	31	Арташатский	200	3,3	4,8
Сухая конти- нентальная	45	"	360	3,1	4,8
	4	Арзни	400	3,3	3,0
Умеренная, жар- кая, сухая	28	Бюракан	430	3,5	3,5
	29	"	380	4,3	3,4
Умеренно холод- ная, недостаточ- но влажная	17	Разданский	250	3,3	3,6
	11	Севанский	450	4,5	3,3
	19	"	250	3,4	2,9
	21	"	240	3,6	4,0
	18	Им. Камо	300	4,2	3,9
	13	Варденисский	300	3,1	3,4
	26	Ноемберянский	340	4,3	3,6
	16	Арагац	355	4,6	3,6
	6	Дилижан	150	3,0	3,5
	20	"	335	3,6	3,9
Холодная, умерен- но влажная (для лесных районов)	27	"	230	3,8	4,8
	44	"	360	3,1	4,8

X "Атлас Армянской ССР", 1961, стр. 40.

Таблица 2

Некоторые биохимические показатели
выделенных образцов хлореллы в %
на сухое вещество

№ образца	Хлорофилл "а+б"	"Сырой" белок	Жиры	Зола
82 (контроль)	3,2	46,3	9,5	10,0
30	4,4	55,0	3,8	5,0
33	2,1	47,5	5,1	5,3
7	3,0	46,3	6,0	6,3
8	2,0	49,4	3,0	6,7
22	2,8	41,9	5,5	19,5
23	2,8	42,5	4,9	14,2
24	3,3	46,9	6,5	17,2
25	2,4	43,1	4,8	22,0
32	4,2	56,3	1,5	20,0
39	3,5	40,0	1,3	23,1
42	4,0	42,5	7,9	20,6
49	3,2	48,8	3,1	12,3
46	3,5	45,6	6,8	16,3
31	3,0	50,0	2,9	9,2
45	2,2	39,4	6,3	26,8
4	3,6	48,8	3,5	10,5
28	3,2	46,3	7,5	14,5
29	3,8	36,3	10,6	20,0
17	3,6	45,0	4,1	13,5
11	2,8	48,1	5,7	5,9
19	3,8	40,6	11,3	13,7
21	2,4	42,5	6,5	22,9
18	2,7	41,3	5,0	19,6
13	3,7	47,5	2,1	12,6
16	3,2	48,8	2,1	7,7
26	2,4	48,1	3,9	15,2
6	3,6	47,5	2,7	10,7
20	2,8	44,4	3,9	19,6
27	2,7	43,1	6,0	21,3
44	4,5	49,4	4,7	11,4

жания общего азота.

Термофильные штаммы хлореллы распространены в природе довольно широко (10). Для выявления термофильных образцов нами взяты пробы вод из горячих источников Джермука, где температура воды 45–50 °С. Хлореллу из этих вод выделяли вышеописанным методом, затем пробирки с жидкой хлореллой погружали в водяную баню с температурой 60–70 °С на две минуты (метод теплового шока). После повторения этой операции неустойчивые к повышенной температуре образцы погибали, оставались устойчивые, которые сохраняли зеленую

Таблица 3

Содержание азотных веществ в % на сухое вещество

№ образца	А з о т			Белок "сырой"	Белок	Белковый азот, в % от общего
	общий	белковый	небелковый			
82						
(контроль)	7,4	6,3	1,1	46,3	39,4	85
30	8,8	7,8	1,0	55,0	48,8	89
33	7,6	6,6	1,0	47,5	41,3	87
7	7,4	6,7	0,7	46,3	41,9	90
6	7,9	7,2	0,7	49,4	45,0	91
22	6,7	5,8	0,9	41,9	36,3	86
23	6,8	6,4	0,4	42,5	40,0	94
24	7,5	6,2	1,3	46,9	38,8	84
25	6,9	5,6	1,3	43,1	35,0	81
32	9,0	8,3	0,7	56,3	51,9	92
39	6,4	5,8	0,6	40,0	36,3	90
42	6,8	6,3	0,5	42,5	39,4	93
49	7,8	7,3	0,5	48,8	45,6	94
46	7,3	6,4	0,9	45,6	40,0	88
31	8,0	6,2	1,8	50,0	38,8	77
45	3,3	5,4	0,9	39,4	33,8	86
4	7,8	7,2	0,6	48,8	45,0	93
28	7,4	7,1	0,3	46,3	44,4	97
29	5,8	5,6	0,2	36,3	35,0	96
17	7,2	6,5	0,7	45,0	40,6	90
11	7,7	6,8	0,9	48,1	42,5	87
19	6,5	6,0	0,5	40,6	37,5	91
21	6,8	5,3	1,5	42,5	33,1	79
18	6,6	6,0	0,6	41,1	37,5	91
13	7,6	7,5	0,1	47,5	46,9	98
16	7,8	6,9	0,9	48,8	43,1	89
26	7,7	6,3	1,4	48,1	39,4	82
6	7,6	6,7	0,9	47,5	41,9	88
20	7,1	6,1	1,0	44,4	38,1	86
27	6,9	6,3	0,6	43,1	39,4	91
44	7,9	7,6	0,3	49,4	47,5	97

окраску. В дальнейшем их выращивали в среде Тамия при температуре 34–36 °C.

Данные таблицы 4 показывают, что у термофильных образцов урожай сухой массы составляет 3–4 г/л за 7 дней (на аппарате УИВ). По интенсивности роста и биохимическому составу термофильные образцы близки к стандартному штамму, однако у термофильных процент белкового азота от общего несколько выше (90–95%); очевидно, при высоких температурах поглощенный азот в основном накапливается в виде белка.

Таблица 4

Продуктивность и биохимический состав
термофильных образцов хлореллы

№ образца	Место сбора водорослей	Сухая масса, г/л	В % на сухое вещество						Витамин С, мг %
			сырой протеин	белок	белковый азот, % от общего азота	жиры	зола	хлорофилл	
1	Джермук	4,0	46,1	42,9	93	12,6	19,4	2,4	114
2	"	3,7	50,8	47,6	94	10,2	10,8	3,0	246
3	"	2,8	49,7	49,0	99	11,6	13,4	2,4	208
4	"	3,7	50,8	45,5	90	12,5	17,5	4,1	171
5	"	4,4	43,8	42,4	97	12,3	11,5	2,4	83
6	"	3,6	38,8	36,8	95	13,3	16,4	3,2	103

Таким образом, выделенные на территории Армении образцы хлореллы в условиях интенсивной накопительной культуры по продуктивности и основным биохимическим показателям идентичны со стандартным штаммом (*Chlorella pyrenoidosa* - 82). Это указывает на очень широкую адаптивность этой одноклеточной водоросли. Образцы, взятые из резко различных климатических условий (высокогорье Арагаца и Аракатская равнина), в культуре показывают одинаковые результаты.

Среди местных образцов хлореллы обнаружены термофильные, с температурным оптимумом 34–36 °C.

Выделенные нами образцы хлореллы можно рекомендовать для производственного культивирования с целью получения кормовых и пищевых продуктов и для исследовательских целей.

Ս. Ա. ԿԱՐԱՅՈՒՆՅԱՆ, Մ. Ե. ԲԱՐՍԵՂՅԱՆ

ՀՍՍՀ ՏԵՐԻՏՈՐԻԱՅՈՒՄ ԱՆՋԱՏՎԱԾ ՔԼՈՐԵԼԱՅԻ ՆՄՈՒՇՆԵՐԻ
ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԲԻՈԲԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Աշխատանքի նպատակն է եղել ուսումնասիրել Հայաստանի տարբեր շրջաններից անջատված քլորելայի շտամների արդյունավետությունը, ջերմասիրությունը և բիոբիմիական կազմը: Կատարված հետազոտությունները ցույց տվեցին, որ անջատված 30 շտամները լաբորատոր ինտենսիվ մշակույթի պայմաններում աճեցնելիս (ՈՒԻՎ սարքի վրա) իրենց արդյունավետությամբ և բիոբիմիական կազմով մոտ են ստանդարտ շտամին՝ *Chlorella pyrenoidosa*-82: Տեղական շտամների մեջ հայտնաբերվել են ջերմասերներ, որոնց ջերմաստիճանային օպտիմումը 34–36 °C է:

Հայաստանի տերիտորիայում անջատված բոլորելայի շտամները կարելի է արտադրել մասնաշաղկապ անեցողությամբ, ինչպես նաև հետազոտական նպատակների համար:

S.A.KARAGULYAN, M.N.BARSEGHYAN

ON THE BIOCHEMICAL COMPOSITION AND PRODUCTIVITY OF
CHLORELLA STRAINS ISOLATED ON THE TERRITORY OF THE
ARMENIAN SSR

S u m m a r y

The studies on some 30 isolated strains have shown that when they are grown under laboratory conditions they do not concede to standard strains of *Chlorella pyrenoidosa*-82 by their productivity and biochemical composition. The isolated chlorella strains are suitable for mass production as well as research purposes.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Лебедева Е.К., Мелешко Г.И., Шахова А.Н. Потребление элементов минерального питания клетками хлореллы в интенсивной культуре. "Проблемы космической биологии", т.4, Изд-во АН СССР, 1965.
2. Мянник М. Первичный отбор продуктивных штаммов хлореллы. Автореферат канд. дис., Тарту, 1968.
3. Владимирова М.Г., Семененко В.Е., Ничипорович А.А. Сравнительное изучение продуктивности различных форм одноклеточных водорослей. "Проблемы космической биологии", т.2, Изд-во АН СССР, 1962.
4. Винберг Г.Г. Массовые культуры одноклеточных водорослей, как новый источник пищевого и промышленного сырья. "Успехи современной биологии", т.53, вып. 3, 1957.
5. Клячко-Гурвич Г.Л., Жукова Т.С., Владимирова М.Г., Курносоева Т.А. Сравнительная характеристика роста и направленности биосинтеза различных штаммов хлореллы в условиях азотного голодания. III синтез жирных кислот. "Физиология растений", т.16, вып. 2, 1969.
6. Владимирова М.Г., Семененко В.Е. Интенсивная культура одноклеточных водорослей, Изд-во АН СССР, 1962.
7. Гаевская Н.С. Проблемы использования одноклеточных водорослей. "Природа", №4, 1956.
8. Spoehr H.A., Milner H.W. The chemical composition of chlorella: Effect of environmental conditions. Plant Physiology. V.24, 1949.
9. Накамура Х. Хлорелла как корм для животных и птиц. Пер. с японского яз. Изд-во "Фумин Кёкай", 1963.
10. Трухин Н.В. Продуктивность протококковых водорослей, выделенных из различных географических районов. Автореф. канд. дис., М., 1964.