

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- พิศมัย เจนวนิชปัญจกุล. 2537. น้ำมันปาล์มเป็นแหล่งใหม่สำหรับการผลิตคาโรทีน. วารสารการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 9 : 39-44.
- นิศาชล แสนละมุล. 2540. การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Dunaliella salina* ในน้ำเกลือสินเธาว์เพื่อผลิตเบตาแคโรทีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ภาษาอังกฤษ

- Avron, M. and Ben-Amotz, A. 1992. *Dunaliella : Physiology, biochemistry, and biotechnology*, Florida : CRC Press.
- Bauernfeind, J. C. 1981. *Carotenoids, colorants and vitamin A precursor, technological and nutritional application*, New York : Academic Press.
- Ben-Amotz, A. and Avron, M. 1980. Glycerol, beta-carotene and dry algal meal production by commercial cultivation of *Dunaliella*. In Helef, G. and Soeder, C. J. (eds.) *Algae biomass : Production and use*, pp. 603-610, Amsterdam : Elsevier.
- Ben-Amotz, A. and Avron, M. 1981. Glyceral and beta-carotene metabolism in the halotolerant alga *Dunaliella*: A model system for biosolar energy conversion. *TIBS*: 297-299.
- Ben-Amotz, A. and Avron, M. 1983. On the factors which determine massive beta-carotene accumulation in the halotolerant alga *Dunaliella bardawil*. 72 : 593-597.
- Ben-Amotz, A. and Avron, M. 1989a. The biotechnology of mass culturing *Dunaliella* for products of commercial interest. In Cresswell, R. C., Rees, T. A. V. and Shah, N. (eds.), *Algal and cyanobacterial biotechnology*, pp. 90-114, Longman and Technical Press.

- Ben-Amotz, A. and Avron, M. 1989b. The wavelength dependence of massive carotene synthesis in *Dunaliella bardawil* (Chlorophyceae). *Journal of Phycology* 25 : 175-178.
- Ben-Amotz, A. and Avron, M. 1990 The biotechnology of cultivating the halotolerant alga *Dunaliella*. *Trends in Biotechnology* 8 (5) : 121-126.
- Ben-Amotz, A., Grssel, J. and Avron, M. 1986. Use of the beta-carotene rich alga *Dunaliella bardawil* as a source of natural. *British Poultry Science* 27 : 613-619.
- Ben-Amotz, A., Grssel, J. and Avron, M. 1987. Massive accumulation of phytoene induced by norflurazon *Dunaliella bardawil* (Chlorophyceae) prevent recovery from photoinhibition. *Journal of Phycology* 23 : 176-181.
- Ben-Amotz, A., Katz, A. and Avron, M. 1982. Accumulation of beta-carotene in halotolerant algae : Purification and characterization of beta-carotene-rich globules from *Dunaliella bardawil* (Chlorophyceae). *Journal of Phycology* 18 : 529-537.
- Ben-Amotz, A., Lers, A. and Avron, M. 1988. Stereoisomers of beta-carotene and phytoene in the alga *Dunaliella bardawil*. *Plant Physiology* 86 : 1286-1291.
- Ben-Amotz, A., Mokady, S., Edelstien, S. and Avron, M. 1989a. Bioavailability of a natural isomer-mixture as compared with synthetic all-*trans* beta-carotene in rate chicks. *Journal of Nutrition* 119 : 1013-1019.
- Ben-Amotz, A., Shaish, A. and Avron, M. 1989b. Mode of action of the massively accumulated beta-carotene of *Dunaliella bardawil* in protecting the alga against damage by excess irradiation. *Plant Physiology* 91 : 1040-1043.
- Bochem, H. P. and Sprey, B. 1979. Laser microprobe analysis of inclusion in *Dunaliella salina*. *Z. Pflanzenphysiol.* 95 : 179.
- Borowitzka, L. J. and Borowitzka, M. A. 1990. Commercial production of beta-carotene by *Dunaliella salina* in open ponds. *Bulletin of Marine Science* 47(1) 244-252.
- Borowitzka, M. A. 1991. Standard method for total carotenoid assay suitable for *Dunaliella salina*. In Vonshak, A. and Borowitzka, M. A. (eds.), *Laboratory manual: Research seminar and workshop on mass culture of algae*. Silpakorn University.
- Borowitzka, M. A.. 1993. Products from microalgae. *INFOFISH International* 5 : 21-26.
- Borowitzka, M. A. and Borowitzka, L. J. 1988a. *Dunaliella*. In Borowitzka, M. A. and Borowitzka, L. J.(eds.), *Micro-algal biotechnology*, pp. 27-58, Cambridge : Cambridge University Press.

- Borowitzka, M. A. and Borowitzka, L. J. 1988b. Limits to growth and carotenogenesis in laboratory and large-scale outdoor cultures of *Dunaliella salina*. In Stadler, T., Mollion, J., Verdus, M. C., Karamano, Y., Morvan, H. and Christiaens, D. (eds.), *Algal Biotechnology*, pp. 371-381, Elsevier Applied Science Publisher, Ltd.
- Butcher, R. W. 1959. An undescribed species of *Dunaliella* from the Cambridge collection of algae. *Hydrobiologia* 12, 249.
- Cifuentes, A. S., Gonzalez, M., Conejeros, M., Dellarossa, V. and Parra, O. 1992. Growth and carotenogenesis in eight strains of *Dunaliella salina* Teodoresco from Chile. *Journal of Applied Phycology* 111-118 : 4.
- Cordero, M., Enrico, Y. and Erazo, S. 1990. Intensive culture of a *Dunaliella salina* isolated from the Chilean desert. *Proceeding of International Seminar on Biotechnology of Salt Ponds, China Sep. 18-21* : 11-22.
- Einspahr, K. J., Maeda M. and Thompson, G. A., Jr. 1988. Concurrent change in *Dunaliella salina* ultrastructure and membrane phospholipid metabolism after hyperosmotic shock. *J. Cell. Biol.* 107 : 529.
- Ettl, H. 1983. Chlorophyta I. In Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. and Mollenhauer, D., (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, 9 (1), Stuttgart : G. Fischer.
- Eyden, B. P. 1975. Light and electron microscope study of *Dunaliella primolecta* Butcher (Volvocida). *J. Protozool.* 22 : 336.
- Hamburger, C. 1905. Zur Kenntnis der *Dunaliella salina* und einer Amöbe aus Salinenwasser von Caliarì. *Arch. Protistenkd.* 6 : 111.
- Hoshaw, R. W. and Maluf, L. Y. 1981. Ultrastructure of the green flagellar *Dunaliella tertiolecta* (Chlorophyceae, Volvocales) with comparative notes on three other species. *Phycologia* 20 : 199.
- Isler, O., Ed. 1971. *Carotenoides*, Basel : Birkhäuser Verlag.
- Klut, M. E., Stockner, J. and Bisalputra, T. 1989. Further use of fluorochromes in the cytochemical of phytoplankton. *Histochem. J.* 21 : 645.
- Labbe, A. 1925. Les cycle biologiques des *Dunaliella*, *Archs. Anat. Microsc.* 21 : 313.
- Lee, Yuan-Kun. 1986. Enclosed bioreactors for the mass cultivation of photosynthetic microorganisms : The future trend. *TIBTECH* 86 : 186-189.
- Lee, Yuan-Kun and Low, Chin-Seng. 1992. Productivity of outdoor algal cultures in enclosed tubular photobioreactor. *Biotechnology and Bioengineering* 40 : 1119-1122.

- Lerche, W. 1937. Untersuchungen über Entwicklung und Fortpflanzung in der Gattung *Dunaliella*. *Arch. Protistenkd.* 88 : 236.
- Loeblich, L. A. 1969. Aplanospores of *Dunaliella salina* (Chlorophyta). *J. Protozool. Suppl.* 16 : 12.
- Loeblich, L. A. 1982. Photosynthesis and pigments influenced by light intensity and salinity in the halophile *Dunaliella salina* (Chlorophyta). *J. mar. biol. Ass. UK* 62 : 493-508.
- Marano, F. 1976. Etude ultrastructurale de la division chez *Dunaliella*. *J. Microsc. Biol. Cell.* 25 : 279.
- Marano, F., Santa-Maria, A. and Krishnawamy, S. 1985. The flagellar apparatus of *Dunaliella* : Isolation of basal body-flagellar root complex. *Protoplasma* 127 : 82.
- Margulis, L., Barghoorn, E. S., Ashendorf, D., Banerjee, S., Chase, D., Francis, S., Giovannoni, S. and Stolz, J. 1980. The microbial community in the layered sediments at Laguna Figueroa, Baja California, Mexico : Does it have Precambrian analogues? *Precambrian Res.* 11 : 93.
- Masjuk, N. P. 1973a. New taxons from the genus *Dunaliella* Teod., I, *Ukr. Bot. Zh.* 30 : 175.
- Masjuk, N. P. 1973b. New taxons from the genus *Dunaliella* Teod., II, *Ukr. Bot. Zh.* 30 : 345.
- Melkonian, M. and Preisig, H. R. 1984. An ultrastructural comparison between spermatozopsis and *Dunaliella* (Chlorophyceae), *Plant Syst. Evol.* 146 : 31.
- Mokady, S., Abramovici, A. and Cogan, U. 1989. The safety evaluation of *Dunaliella bardawil* as a potential food supplement. *Fd. Chem. Toxic.* 24 (4) : 221-226.
- Oltmanns, F. 1922. *Morphologie und biologie der algen.* Vol. 1, 2nd ed., G. Fischer. Jena. 200.
- Petro, R., Doll, R., Buckley, J. D. and Sporn, M. B. 1981. Can dietary beta-carotene materially reduce human cancer rates? *Nature* 290 : 201-208.
- Pfeifhofer, A. O. and Belton, J. C. 1975. Ultrastructural changes in chloroplasts resting from fluctuation in NaCl concentration : Freeze-fracture of thylakoid membrane in *Dunaliella salina*, *J. Cell. Sci.*, 18 : 287.

- Promjaroen, J., Powtongsook, S., Sompongchaiyakul, P. and Menasveta, P. 1992. Flocculation of the microalga *Dunaliella salina* by chitosan. Proceeding of 18th Congress on Science and Technology of Thailand. 27-29 October 1992, Bangkok, Thailand (in Thai).
- Richmond, A. 1987. The challenge confronting industrial microagriculture : High photosynthetic efficiency in large-scale reactors. *Hydrobiologia* 151/152 : 117-121.
- Riisgard, H. U. 1981. Cell volume responses in the naked marine flagellate *Dunaliella marina* transferred from darkness to light of different intensities, *Bot. Mar.* 24 : 657.
- Semenko, V. E., and Abdullaev, A. A. 1980. Parametric control of beta-carotene biosynthesis in *Dunaliella salina* cells under conditions of intensive cultivation. *Fiziologiya Rastenii* 27 : 31-41.
- Shaish, A., Avron, M. and Ben-Amotz, A. 1990. Effect of inhibitors on the formation of stereoisomer in the biosynthesis of beta-carotene in *Dunaliella bardawil*. *Plant Cell Physiology* 31 (5) : 689-696.
- Shaish, A., Ben-Amotz, A. and Avron, M. 1991. Production and selection of high beta-carotene mutant of *Dunaliella bardawil* (Chlorophyta). *Journal of Phycology* 27 : 652-656.
- Sorawit Powtongsook. 1993. Strain selection and culture of *Dunaliella salina* (Chlorophyceae) for beta-carotene production. Master's Thesis, Chulalongkorn University.
- Vladimirova, M. G. 1978. Ultrastructural organization of the cell of *Dunaliella salina* and functional changes of it in relation to light intensity and temperature. *Fiziologiya Rastenii* 25 : 443.
- Vonshak, A. 1987. Strain selection of *Spirulina* suitable for mass production. *Hydrobiologia* 151/152 : 75-77.
- Vonshak, A. 1990. Recent advances in microalgal biotechnology. *Biotechnology Advance* 8 : 709-727.
- Walach, M. R., Bazin, M. J., and S. John Pirt. 1987. Computer control of carbon-nitrogen ratio in *Spirulina platensis*. *Biotechnology and Bioengineering* 29 : 520-528.
- Werz, G. and Kellner, G. 1970. Die struktur des golgi-apparates bei gefrier-geatzten *Dunaliella*-zellen. *Protoplasma* 69 : 351.

ภาคผนวก ก

Dunaliella and proposed the key to identified species as follows:

Genus *Dunaliella*

Key to species according to Butcher (1959):

1. Cells fusiform, both ends acute..... MINUTA
1. Cells ovoid to ellipsoid, both ends obtusely rounded..... MEDIA
1. Cells obovoid with acute posterior and truncate anterior..... 2
1. Cells ovoid, pyriform or cylindrical with rounded posterior
and sub-acute to acute anterior..... 4
2. Stigma anterior, chromatophore smooth..... 3
2. Stigma median, chromatophore with plastids in the region
of the pyrenoid..... MINOR
3. Cells over 12 μ long, narrowly obovoid..... PIERCII
3. Cell under 12 μ long, broadly obovoid..... EUCHLORA
4. Cells broadly ovoid, over 15 μ long..... SALINA
4. Cells ovoid to ellipsoid, under 15 μ long..... 5
5. Cells without refractive granules or, if present, few and
scattered irregularly..... 6
5. Cell filled with refractive granules as a linear or U-shaped
girdle or zone..... 8
6. Cells 10-15 μ stigma irregular, linear often two..... BIOCULATA
6. Cells under 10 μ stigma diffuse, orbicular..... 7
7. Pyrenoid with a sheath of several starch gains..... PARVA
7. Pyrenoid with a continuous sheath..... TERTIOLECTA
8. Granules 4-20, arranged as a simple median girdle..... PRIMOLECTA
8. Granules usually vary many, massed in the anterior zone..... 9
9. Pyrenoid globose with a continuous starch sheath..... QUARTOLECTA
9. Pyrenoid irregular..... POLYMORPHA

KEY TO THE IDENTIFICATION OF SUBGENERA OF *DUNALIELLA*

I. Vegetative cells with contractile vacuoles

_____ subgenus *Pascheria*

II. Vegetative cells without contractile

_____ subgenus *Dunaliella*

KEY TO THE IDENTIFICATION OF SECTIONS AND SPECIES OF *DUNALIELLA*

Subgenus *Pascheria*

I. Pyrenoid present

1. Cells spindle-shaped, often slightly arcuate.

Pyrenoid basal _____ 1. *D. acidophila*

2. Cells ovoid. Pyrenoid lateral _____ 3. *D. lateralis*

II. Pyrenoid absent

1. Cells radially symmetrical, spherical. Eyespot near the anterior end of the cell

_____ 2. *D. flagellata*

2. Cells pear-shaped, dorsiventrally curvd. Eyespot ventral

_____ 4. *D. obliqua*

3. Cells radially symmetrical, ovoid. Eyespot absent

_____ 5. *D. paupera*

Subgenus *Dunaliella*

I. Vegetative cells always green . Optimal growth at a salinity of 2 to 4%

(oligohaline/euhaline) _____ **sectio *Tertiolectuae***

1. Without refractive granules. Chloroplast fragmented at the anterior edge

_____ 6. *D. martima*

2. With many dark, irrelar granules forming a dense linear or U-shaped zone in the anterior portion of the cell _____ 7. *D. polymorpha*

3. With 4 to 6 large, spherical granules, concentrated as a median girdke

(in older individuals granules more numerous but central position remains constant)

_____ 8. *D. primolecta*

4. With 3 to 10 small refractive granules in the anterior portion of the cell
(not in a well-defined band) 9. *D. quartolecta*
5. With minute, colorless, refractive granules, distributed evenly throughout the cell
and , in older individuals, large starch grains in the anterior portion
..... 10. *D. tertiolecta*
- II. Cells capable of turning orange or red in culture. Optimal growth at a salinity of 6 to
12% (hyperhaline) sectio *Dunaliella*
1. Eyespot small, distinct 11. *D. parva*
2. Eyespot large, distinct, rod-shaped 12. *D. pseudosalina*
3. Eyespot diffuse, hardly visible 13. *D. salina*
- III. vegetative cells always green. Optimal growth at a salinity of 6 to 10% (hyperhaline)
1. Cells radially symmetrical sectio *Virides*
- A. Cells more than 24 μm long
- a. Cells 24 to 28 μm long 22. *D. ruineniana*
- b. Cell 32 to 40 μm long 17. *D. gracilis*
- B. Cells less than 20 μm long
- a. Vegetative cells 6.5 to 12.0 μm long, with 2 eyespot
..... 15. *D. bioculata*
- b. Vegetative cells 2.8 to 20.0 μm . with I eyespot
- A. Chloroplast tenuous, perforated; cells 10 to 19 μm
long 16 *D. carpatica*
- B. Chloroplast massive, always granulate at the anterior edge;
cells 5 to 18 μm long 18. *D. granulata*
- Γ . Chloroplast not perforated and not granulate at the anterior edge
- α . Typical cell shape cylindrical or fusiform
- α' . Cells 16 to 20 μm long 14. *D. baas-beckingii*
- α'' . Cells less than 13 μm long 20. *D. minuta*
- β . Cells with a rounded anterior and acute posterior end; cells
10 to 20 μm long 19. *D. media*

- γ. Typical cell shape spherical; cells 2, 8 to 6.0
 μm long 21. *D. minutissima*
- δ. Cells more or less spherical, but broader at the anterior end than
 at the posterior end; cells 3.5 to 13.0 μm long
 23. *D. terricola*
- ε. Typical cell shape ellipsoid or pear-shaped, with broad posterior
 end; cells 3 to 18 μm long 24. *D. viridis*
2. Cells bilaterally symmetrical, flattened, dorsiventrally curved or slightly
 asymmetrical
- *sectio Peirceinae*
- A. Flagella heterodynamic; cells flattened on one side, cells 6 to 12 μm long
 26. *D. jacobae*
- B. Flagella homodynamic
- a. Cells 7 to 25 μm long, completely flattened 27. *D. peircei*
- b. Cells 4 to 13 μm long, at the anterior end flattened, in the central part
 occasionally somewhat contorted 28. *D. turcomanica*
- c. Cells 6 to 13 μm long, slightly asymmetrical, curved
 25. *D. asymmetrica*

KEY TO THE IDENTIFICATION OF SUBSPECIES AND FORMAE OF *D. SALINA*

- I. Cells broadest in the middle or anterior region, posteriorly narrower
 *ssp. sibirica*
- II. Cells cylindrical to ovoid, posteriorly broad, anteriorly narrower
 *ssp. sibirica*
1. Cells cylindrical *fo. oblonga*
2. Cells ovoid
- A. Average cell volume more than 1000 μm³, average cell length more than
 15 μm, average cell width more than 11 μm *fo. magna*
- B. Average cell dimensions smaller *fo. salina*

KEY TO THE IDENTIFICATION OF VARIETIES AND FORMAE OF *D. VIRIDIS*

- I. Palmelloid stages predominant in life cycle var. *palmelloides*
- II. Flagellated stages predominant in life cycle
- 1. Typical cell shape ovoid to pear-shaped, average cell volume more than
 200 μm^3 fo. *viridis*
- 2. Typical cell shape ellipsoid, average cell volume less than 200 μm^3
 fo. *euchlora*

List of *Dunaliella* Species (Avron and Ben-Amotz, 1992)

	Cell dimensions in μm (length x width)	Synonyms
SUBGENUS <i>Pascheria</i>		
1) <i>D. acidophila</i>	7.6-12.7 x 1.7-2.3	<i>Spermatozopsis acidophila</i>
2) <i>D. flagellarta</i> Skvortzov	7.0-11.1 x 4.0-6.0	
3) <i>D. lateralis</i>	7.0-11.0 x 4.0-6.0	
4) <i>D. obliqua</i>	9.0-14.0 x 6.0-9.0	<i>Apiochloris obliqua</i>
5) <i>D. paupera</i> Pascher 1932	9.0-12.0 x 7.0-9.0	
SUBGENUS <i>Dunaliella</i>		
sectio <i>Tertiolectae</i>		
6) <i>D. maritima</i>	5.0-19.0 x 2.5-15.0	<i>D. parva</i> sensu <i>D. parva</i> fo. <i>Eugameta</i>
7) <i>D. polymorpha</i>	7.0-9.0 x 4.0-6.0	
8) <i>D. primolecta</i>	5.0-18.0 x 3.0-13.0	
9) <i>D. quartolecta</i>	7.0-9.0 x 4.0-6.0	
10) <i>D. tertiolecta</i>	5.0-18.0 x 4.5-14.0	
sectio <i>Dunaliella</i>		
11) <i>D. parva</i>	9.9-16.0 x 4.0-10.0	
12) <i>D. pseudosalina</i>	11.0-23.0 x 6.0-16.0	
13) <i>D. salina</i>	5.0-29.0 x 2.5-21.0	<i>D. kermesina</i> sensu <i>D. bardawil</i>
ssp. <i>Salina</i>		
fo. <i>salina</i>	5.0-23. X 4.0-19.0	
fo. <i>magna</i>	7.5-29.0 x 7.5-21.0	
fo. <i>oblonga</i>	7.0-28.0 x 5.0-13.0	
ssp. <i>Sibirica</i>	6.0-24.0 x 2.5-20.0	
sectio <i>Virides</i>		
14) <i>D. baas-beckingii</i>	16.0-20.0 x 4.0-6.0	<i>Dunaliella</i> sp.
15) <i>D. bioculata</i>	6.5-13.0 x 3.5-8.0	<i>D. marina</i>
16) <i>D. carpatica</i>	10.0-19.0 x 7.0-13.0	

	Cell dimensions in μm (length x width)	Synonyms
17) <i>D. gracilis</i>	32.0-40.0 x 4.0-5.0	<i>Dunaliella</i> sp.
18) <i>D. granulata</i>	5.0-18.0 x 3.0-15.0	
19) <i>D. media</i>	10.0-20.0 x 3.0-5.0	
20) <i>D. minuta</i>	3.0-13.0 x 1.5-10.0	
21) <i>D. minutissinma</i>	2.8-6.0	<i>Dunaliella</i> sp.
22) <i>D. ruineniana</i>	24.0-28.0 x ca.12.0	<i>Dunaliella</i> sp.
23) <i>D. terricola</i>	3.5-13.0 x 2.0-6.5	
24) <i>D. viridis</i>	3.0-18.0 x 2.0-15.2	<i>D. salina</i> fo. <i>Viridis</i>
var. <i>viridis</i>		
fo. <i>viridis</i>	5.1-17.0 x 3.0-15.2	
fo. <i>euchlora</i>	30-17.8 x 2.0-11.4	<i>D. euchlora</i>
var. <i>palmelloides</i>	9.0-12.0 x 5.0-7.0	
sectio <i>Peirceinae</i>		
25) <i>D. asymmetrica</i>	6.0-13.0 x 3.5-9.0	
26) <i>D. jacobae</i>	6.0-12.0 x 4.0-5.0	<i>Dunaliella</i> sp.
27) <i>D. peircei</i>	7.0-25.0 x 3.0-12.0	
28) <i>D. turcomanica</i>	4.0-12.7 x 3.0-9.0	

ภาคผนวก ข

สูตรอาหารเลี้ยงสาหร่ายดุนาไลเอลลา Modified Johnson's medium (J/1) (Borowitzka, 1988
อ้างโดย Sorawit Powtongsook, 1993)

to 980 ml of distilled water add:

NaCl	as needed to obtain required salinity	
MgCl ₂	1.5	g
MgSO ₄ .6H ₂ O	0.5	g
KCl	0.2	g
CaCl ₂ .7H ₂ O	0.2	g
KNO ₃	1.0	g
NaHCO ₃	0.043	g
K ₂ HPO ₄	0.035	g
Fe-solution	10	ml
Trace-element solution	10	ml

Fe-solution (for 1 litre)

Na ₂ EDTA	189	mg
FeCl ₃ .H ₂ O	244	mg

autoclave to dissolve

Trace-element solution (for 1 litre)

H ₃ BO ₃	61	mg
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O	38	mg
CuSO ₄ .5H ₂ O	6	mg
CoCl ₂ .6H ₂ O	5.1	mg
ZnCl ₂	4.1	mg
MnCl ₂ .4H ₂ O	4.1	mg

adjust pH to 7.5 with HCl

ภาคผนวก ค

Total Carotenoid assay (Borowitzka, 1991)

1. กรองสาหร่ายปริมาณ 10-20 ml ผ่านกระดาษกรอง GF/C
2. นำกระดาษกรองที่ได้ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดเล็กแล้วเติม 10 ml 90% (v/v) acetone (แช่เย็น ซึ่งเติม $MgCO_3$ ลงไปเล็กน้อย)
3. เก็บไว้ที่มีด ในน้ำแข็งจนกว่าจะนำมาวิเคราะห์
4. เขย่ากระดาษกรองแล้วย้ายลงหลอดเซนตริฟิวส์ นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 3,000-5,000 rpm. เป็นเวลา 2-3 นาที
5. วัดปริมาตรของ supernatant แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 452 nm
6. คำนวณปริมาณ total carotenoid ($\mu g/ml$ culture volume) โดยใช้สมการ

$$\text{Total carotenoids} = ABS_{452} \times \frac{\text{Total Volume of Extract (ml.)}}{\text{Total Volume of Culture Sample (ml.)}}$$

ภาคผนวก ง

Determination of Chlorophyll (Borowitzka, 1991)

1. กรองสาหร่ายที่ทราบปริมาตรผ่านกระดาษกรอง GF/C แล้วนำไปใส่ในหลอดทดลองสำหรับปั่นเหวี่ยง
2. เติม 90% Acetone แซ่เย็นลงไปหลาย ๆ ml และคนด้วยแท่งแก้ว
3. ริน supernatant ลงใน graduate glass centrifuge tube และถ้าจำเป็นให้สกัดอีกครั้งด้วย acetone ริน supernatant ออกนำไปรวมกับ supernatant เก่า
4. นำไปปั่นเหวี่ยงแล้ววัดปริมาตรของ supernatant
5. วัด absorbance ที่ความยาวคลื่นที่เหมาะสม (647 และ 664 nm ตามลำดับ) ในเครื่อง spectrophotometer
6. คำนวณความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ ดังสมการ

$$\text{Chlorophyll } a = 11.93E_{664} - 1.93E_{647}$$

ภาคผนวก จ

Ash free dry weight (AFDW) determination (Sorawit Powtongsook, 1993)

Pretreatment

1. อบกระดาษกรอง GF/C ที่ 100°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. เก็บกระดาษที่อบไว้ใน desiccator เหนือผลึก KMnO_4 จนกว่าจะนำมาใช้

Dry weight determination

1. ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองที่อบอย่างระมัดระวังถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2. วางกระดาษกรองลงบนเครื่องกรองแล้วกรองสาหร่ายจนสังเกตว่าสิ่งที่กรองแห้งที่สุด
3. ล้างกระดาษกรองด้วย 10 ml ของสารละลาย aluminium formate (0.65 M สำหรับสิ่งมีชีวิตในทะเล)
4. ย้ายกระดาษกรองไปอบแห้งที่ 100°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปเก็บไว้ใน desiccator ที่มี KMnO_4 เป็นเวลา 1 คืน
5. ชั่งน้ำหนักกระดาษที่ผ่านการกรองและอบแห้งถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง

สมการ: Dry weight = น้ำหนักของกระดาษกรองรวมกับสาหร่าย - น้ำหนักของกระดาษกรอง

Ash free dry weight (organic dry weight) determination

1. นำกระดาษกรองที่ผ่านการกรองสาหร่ายและอบข้างต้นมาเผาให้เป็นเถ้าที่ 450°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง
2. ทำให้เย็นลงใน desiccator ที่มี KMnO_4
3. ชั่งน้ำหนักเถ้าอย่างรวดเร็วและระมัดระวัง

สมการ AFDW = Dry weight - น้ำหนักภายหลังจากการเผาเป็นเถ้า

ภาคผนวก จ

มาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญจำเพาะและค่าร้อยละของการเก็บเกี่ยวผลผลิต
เพื่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตกิ่งตอเนื่องสำหรับสายพันธุ์นาฬิกาเอลลา

การเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกวัน

จากสมการอัตราการเจริญ:
$$N_t = N_0 e^{\mu \Delta t}$$

เมื่อ μ คือค่าอัตราการเจริญ, N_0 และ N_t คือความหนาแน่นเซลล์สำหรับสายพันธุ์ก่อนและหลัง
การเก็บเกี่ยวตามลำดับ Δt คือผลต่างของเวลาก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (วัน)

แทนค่า μ ตั้งแต่ 0.01 ไปจนถึง 0.40 ค่า X_t ตั้งแต่ 50,000 ไปจนถึง 1,000,000
โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 25,000 ค่า Δt เท่ากับ 1 (วัน) ลงในสมการข้างต้น จะได้ ค่า N_t ดังตารางที่ จ-1

จากนั้นนำค่าความหนาแน่นเซลล์สำหรับสายพันธุ์ก่อนและหลังเก็บเกี่ยวที่ได้ในแต่ละค่าการเจริญ
(μ_n) มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวจากสมการ:

$$\text{percent of harvesting (at } \mu_n) = \frac{(N_0 - N_t) \times 100}{N_0}$$

ตัวอย่างที่ 1

เมื่อ $\mu_n = 0.1$ $N_0 = 50,000$ และ $N_t = 45,242$

เปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวที่ $\mu_n 0.1 = 9.516 \%$

ตัวอย่างที่ 2

เมื่อ $\mu_n = 0.25$ $N_0 = 125,000$ และ $N_t = 97,350$

เปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวที่ $\mu_n 0.25 = 22.12 \%$

นำเปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวของแต่ละค่าการเจริญมาหาค่าเฉลี่ย แล้วสร้างกราฟความ
สัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวกับค่าการเจริญ เพื่อนำมาใช้เก็บเกี่ยวสายพันธุ์นาฬิกาเอลลา
แบบกิ่งตอเนื่องทุกวัน (รูปที่ 3.2)

Cell concentration before harvest (cell/ml)	Cell concentration after harvest (cell/ml)									
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
50,000	49,502	49,010	48,522	48,039	47,561	47,088	46,620	46,156	45,697	45,242
75,000	74,254	73,515	72,783	72,059	71,342	70,632	69,930	69,234	68,545	67,863
100,000	99,005	98,020	97,045	96,079	95,123	94,176	93,239	92,312	91,393	90,484
125,000	123,756	122,525	121,306	120,099	118,904	117,721	116,549	115,390	114,241	113,105
150,000	148,507	147,030	145,567	144,118	142,684	141,265	139,859	138,467	137,090	135,726
175,000	173,259	171,535	169,828	168,138	166,465	164,809	163,169	161,545	159,938	158,347
200,000	198,010	196,040	194,089	192,158	190,246	188,353	186,479	184,623	182,786	180,967
225,000	222,761	220,545	218,350	216,178	214,027	211,897	209,789	207,701	205,635	203,588
250,000	247,512	245,050	242,611	240,197	237,807	235,441	233,098	230,779	228,483	226,209
275,000	272,264	269,555	266,873	264,217	261,588	258,985	256,408	253,857	251,331	248,830
300,000	297,015	294,060	291,134	288,237	285,369	282,529	279,718	276,935	274,179	271,451
325,000	321,766	318,565	315,395	312,257	309,150	306,073	303,028	300,013	297,028	294,072
350,000	346,517	343,070	339,656	336,276	332,930	329,618	326,338	323,091	319,876	316,693
375,000	371,269	367,575	363,917	360,296	356,711	353,162	349,648	346,169	342,724	339,314
400,000	396,020	392,079	388,178	384,316	380,492	376,706	372,958	369,247	365,572	361,935
425,000	420,771	416,584	412,439	408,336	404,273	400,250	396,267	392,324	388,421	384,556
450,000	445,522	441,089	436,700	432,355	428,053	423,794	419,577	415,402	411,269	407,177
475,000	470,274	465,594	460,962	456,375	451,834	447,338	442,887	438,480	434,117	429,798
500,000	495,025	490,099	485,223	480,395	475,615	470,882	466,197	461,558	456,966	452,419
525,000	519,776	514,604	509,484	504,414	499,395	494,426	489,507	484,636	479,814	475,040
550,000	544,527	539,109	533,745	528,434	523,176	517,970	512,817	507,714	502,662	497,661
575,000	569,279	563,614	558,006	552,454	546,957	541,515	536,126	530,792	525,510	520,282
600,000	594,030	588,119	582,267	576,474	570,738	565,059	559,436	553,870	548,359	542,902
625,000	618,781	612,624	606,528	600,493	594,518	588,603	582,746	576,948	571,207	565,523
650,000	643,532	637,129	630,790	624,513	618,299	612,147	606,056	600,026	594,055	588,144
675,000	668,284	661,634	655,051	648,533	642,080	635,691	629,366	623,104	616,904	610,765
700,000	693,035	686,139	679,312	672,553	665,861	659,235	652,676	646,181	639,752	633,386
725,000	717,786	710,644	703,573	696,572	689,641	682,779	675,986	669,259	662,600	656,007
750,000	742,537	735,149	727,834	720,592	713,422	706,323	699,295	692,337	685,448	678,628
775,000	767,289	759,654	752,095	744,612	737,203	729,868	722,605	715,415	708,297	701,249
800,000	792,040	784,159	776,356	768,632	760,984	753,412	745,915	738,493	731,145	723,870
825,000	816,791	808,664	800,618	792,651	784,764	776,956	769,225	761,571	753,993	746,491
850,000	841,542	833,169	824,879	816,671	808,545	800,500	792,535	784,649	776,842	769,112
875,000	866,294	857,674	849,140	840,691	832,326	824,044	815,845	807,727	799,690	791,733
900,000	891,045	882,179	873,401	864,710	856,106	847,588	839,154	830,805	822,538	814,354
925,000	915,796	906,684	897,662	888,730	879,887	871,132	862,464	853,883	845,386	836,975
950,000	940,547	931,189	921,923	912,750	903,668	894,676	885,774	876,961	868,235	859,596
975,000	965,299	955,694	946,184	936,770	927,449	918,220	909,084	900,038	891,083	882,216
1,000,000	990,050	980,199	970,446	960,789	951,229	941,765	932,394	923,116	913,931	904,837

ตารางที่ จ-1 ความหนาแน่นเซลล์สำหรับยูดานิลเอสลาหลังจากคำนวณด้วยสมการการเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกวัน

Cell conc. Before harvest (cell/ml)	Cell concentration after harvest (cell/ml)									
	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20
50,000	44,792	44,346	43,905	43,468	43,035	42,607	42,183	41,764	41,348	40,937
75,000	67,188	66,519	65,857	65,202	64,553	63,911	63,275	62,645	62,022	61,405
100,000	89,583	88,692	87,810	86,936	86,071	85,214	84,366	83,527	82,696	81,873
125,000	111,979	110,865	109,762	108,670	107,588	106,518	105,458	104,409	103,370	102,341
150,000	134,375	133,038	131,714	130,404	129,106	127,822	126,550	125,291	124,044	122,810
175,000	156,771	155,211	153,667	152,138	150,624	149,125	147,641	146,172	144,718	143,278
200,000	179,167	177,384	175,619	173,872	172,142	170,429	168,733	167,054	165,392	163,746
225,000	201,563	199,557	197,571	195,606	193,659	191,732	189,825	187,936	186,066	184,214
250,000	223,959	221,730	219,524	217,340	215,177	213,036	210,916	208,818	206,740	204,683
275,000	246,354	243,903	241,476	239,074	236,695	234,340	232,008	229,699	227,414	225,151
300,000	268,750	266,076	263,429	260,807	258,212	255,643	253,099	250,581	248,088	245,619
325,000	291,146	288,249	285,381	282,541	279,730	276,947	274,191	271,463	268,762	266,087
350,000	313,542	310,422	307,333	304,275	301,248	298,250	295,283	292,345	289,436	286,556
375,000	335,938	332,595	329,286	326,009	322,765	319,554	316,374	313,226	310,110	307,024
400,000	358,334	354,768	351,238	347,743	344,283	340,858	337,466	334,108	330,784	327,492
425,000	380,730	376,941	373,191	369,477	365,801	362,161	358,558	354,990	351,458	347,961
450,000	403,125	399,114	395,143	391,211	387,319	383,465	379,649	375,872	372,132	368,429
475,000	425,521	421,287	417,095	412,945	408,836	404,768	400,741	396,753	392,806	388,897
500,000	447,917	443,460	439,048	434,679	430,354	426,072	421,832	417,635	413,480	409,365
525,000	470,313	465,633	461,000	456,413	451,872	447,375	442,924	438,517	434,154	429,834
550,000	492,709	487,806	482,952	478,147	473,389	468,679	464,016	459,399	454,828	450,302
575,000	515,105	509,979	504,905	499,881	494,907	489,983	485,107	480,280	475,502	470,770
600,000	537,500	532,152	526,857	521,615	516,425	511,286	506,199	501,162	496,175	491,238
625,000	559,896	554,325	548,810	543,349	537,942	532,590	527,291	522,044	516,849	511,707
650,000	582,292	576,498	570,762	565,083	559,460	553,893	548,382	542,926	537,523	532,175
675,000	604,688	598,671	592,714	586,817	580,978	575,197	569,474	563,807	558,197	552,643
700,000	627,084	620,844	614,667	608,551	602,496	596,501	590,565	584,689	578,871	573,112
725,000	649,480	643,017	636,619	630,285	624,013	617,804	611,657	605,571	599,545	593,580
750,000	671,876	665,190	658,572	652,019	645,531	639,108	632,749	626,453	620,219	614,048
775,000	694,271	687,363	680,524	673,753	667,049	660,411	653,840	647,334	640,893	634,516
800,000	716,667	709,536	702,476	695,487	688,566	681,715	674,932	668,216	661,567	654,985
825,000	739,063	731,709	724,429	717,221	710,084	703,019	696,023	689,098	682,241	675,453
850,000	761,459	753,882	746,381	738,955	731,602	724,322	717,115	709,980	702,915	695,921
875,000	783,855	776,055	768,334	760,688	753,119	745,626	738,207	730,861	723,589	716,389
900,000	806,251	798,228	790,286	782,422	774,637	766,929	759,298	751,743	744,263	736,858
925,000	828,647	820,401	812,238	804,156	796,155	788,233	780,390	772,625	764,937	757,326
950,000	851,042	842,574	834,191	825,890	817,673	809,537	801,482	793,507	785,611	777,794
975,000	873,438	864,747	856,143	847,624	839,190	830,840	822,573	814,388	806,285	798,262
1,000,000	895,834	886,920	878,095	869,358	860,708	852,144	843,665	835,270	826,959	818,731

ตารางที่ ๑-1 (ต่อ)

Cell conc. Before harvest (cell/ml)	Cell concentration after harvest (cell/ml)									
	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30
50,000	40,529	40,126	39,727	39,331	38,940	38,553	38,169	37,789	37,413	37,041
75,000	60,794	60,189	59,590	58,997	58,410	57,829	57,253	56,684	56,120	55,561
100,000	81,058	80,252	79,453	78,663	77,880	77,105	76,338	75,578	74,826	74,082
125,000	101,323	100,315	99,317	98,328	97,350	96,381	95,422	94,473	93,533	92,602
150,000	121,588	120,378	119,180	117,994	116,820	115,658	114,507	113,368	112,240	111,123
175,000	141,852	140,441	139,043	137,660	136,290	134,934	133,591	132,262	130,946	129,643
200,000	162,117	160,504	158,907	157,326	155,760	154,210	152,676	151,157	149,653	148,164
225,000	182,381	180,567	178,770	176,991	175,230	173,487	171,760	170,051	168,359	166,684
250,000	202,646	200,630	198,633	196,657	194,700	192,763	190,845	188,946	187,066	185,205
275,000	222,911	220,693	218,497	216,323	214,170	212,039	209,929	207,841	205,772	203,725
300,000	243,175	240,756	238,360	235,988	233,640	231,315	229,014	226,735	224,479	222,245
325,000	263,440	260,819	258,223	255,654	253,110	250,592	248,098	245,630	243,186	240,766
350,000	283,704	280,882	278,087	275,320	272,580	269,868	267,183	264,524	261,892	259,286
375,000	303,969	300,945	297,950	294,985	292,050	289,144	286,267	283,419	280,599	277,807
400,000	324,234	321,008	317,813	314,651	311,520	308,421	305,352	302,313	299,305	296,327
425,000	344,498	341,070	337,677	334,317	330,990	327,697	324,436	321,208	318,012	314,848
450,000	364,763	361,133	357,540	353,983	350,460	346,973	343,521	340,103	336,719	333,368
475,000	385,028	381,196	377,403	373,648	369,930	366,250	362,605	358,997	355,425	351,889
500,000	405,292	401,259	397,267	393,314	389,400	385,526	381,690	377,892	374,132	370,409
525,000	425,557	421,322	417,130	412,980	408,870	404,802	400,774	396,786	392,838	388,930
550,000	445,821	441,385	436,993	432,645	428,340	424,078	419,859	415,681	411,545	407,450
575,000	466,086	461,448	456,857	452,311	447,810	443,355	438,943	434,576	430,252	425,970
600,000	486,351	481,511	476,720	471,977	467,280	462,631	458,028	453,470	448,958	444,491
625,000	506,615	501,574	496,584	491,642	486,750	481,907	477,112	472,365	467,665	463,011
650,000	526,880	521,637	516,447	511,308	506,221	501,184	496,197	491,259	486,371	481,532
675,000	547,144	541,700	536,310	530,974	525,691	520,460	515,281	510,154	505,078	500,052
700,000	567,409	561,763	556,174	550,640	545,161	539,736	534,366	529,049	523,784	518,573
725,000	587,674	581,826	576,037	570,305	564,631	559,012	553,450	547,943	542,491	537,093
750,000	607,938	601,889	595,900	589,971	584,101	578,289	572,535	566,838	561,198	555,614
775,000	628,203	621,952	615,764	609,637	603,571	597,565	591,619	585,732	579,904	574,134
800,000	648,467	642,015	635,627	629,302	623,041	616,841	610,704	604,627	598,611	592,655
825,000	668,732	662,078	655,490	648,968	642,511	636,118	629,788	623,522	617,317	611,175
850,000	688,997	682,141	675,354	668,634	661,981	655,394	648,873	642,416	636,024	629,695
875,000	709,261	702,204	695,217	688,299	681,451	674,670	667,957	661,311	654,731	648,216
900,000	729,526	722,267	715,080	707,965	700,921	693,946	687,042	680,205	673,437	666,736
925,000	749,790	742,330	734,944	727,631	720,391	713,223	706,126	699,100	692,144	685,257
950,000	770,055	762,393	754,807	747,296	739,861	732,499	725,211	717,995	710,850	703,777
975,000	790,320	782,456	774,670	766,962	759,331	751,775	744,295	736,889	729,557	722,298
1,000,000	810,584	802,519	794,534	786,628	778,801	771,052	763,379	755,784	748,264	740,818

ตารางที่ ฉ-1 (ต่อ)

Cell conc. Before harvest (cell/ml)	Cell concentration after harvest (cell/ml)									
	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40
50,000	36,672	36,307	35,946	35,589	35,234	34,884	34,537	34,193	33,853	33,516
75,000	55,009	54,461	53,919	53,383	52,852	52,326	51,805	51,290	50,779	50,274
100,000	73,345	72,615	71,892	71,177	70,469	69,768	69,073	68,386	67,706	67,032
125,000	91,681	90,769	89,865	88,971	88,086	87,210	86,342	85,483	84,632	83,790
150,000	110,017	108,922	107,839	106,766	105,703	104,651	103,610	102,579	101,559	100,548
175,000	128,353	127,076	125,812	124,560	123,320	122,093	120,879	119,676	118,485	117,306
200,000	146,689	145,230	143,785	142,354	140,938	139,535	138,147	136,772	135,411	134,064
225,000	165,026	163,384	161,758	160,148	158,555	156,977	155,415	153,869	152,338	150,822
250,000	183,362	181,537	179,731	177,943	176,172	174,419	172,684	170,965	169,264	167,580
275,000	201,698	199,691	197,704	195,737	193,789	191,861	189,952	188,062	186,191	184,338
300,000	220,034	217,845	215,677	213,531	211,406	209,303	207,220	205,158	203,117	201,096
325,000	238,370	235,998	233,650	231,325	229,024	226,745	224,489	222,255	220,043	217,854
350,000	256,706	254,152	251,623	249,120	246,641	244,187	241,757	239,351	236,970	234,612
375,000	275,043	272,306	269,596	266,914	264,258	261,629	259,025	256,448	253,896	251,370
400,000	293,379	290,460	287,569	284,708	281,875	279,071	276,294	273,545	270,823	268,128
425,000	311,715	308,613	305,543	302,502	299,492	296,512	293,562	290,641	287,749	284,886
450,000	330,051	326,767	323,516	320,297	317,110	313,954	310,830	307,738	304,676	301,644
475,000	348,387	344,921	341,489	338,091	334,727	331,396	328,099	324,834	321,602	318,402
500,000	366,723	363,075	359,462	355,885	352,344	348,838	345,367	341,931	338,528	335,160
525,000	385,060	381,228	377,435	373,679	369,961	366,280	362,636	359,027	355,455	351,918
550,000	403,396	399,382	395,408	391,474	387,578	383,722	379,904	376,124	372,381	368,676
575,000	421,732	417,536	413,381	409,268	405,196	401,164	397,172	393,220	389,308	385,434
600,000	440,068	435,689	431,354	427,062	422,813	418,606	414,441	410,317	406,234	402,192
625,000	458,404	453,843	449,327	444,856	440,430	436,048	431,709	427,413	423,161	418,950
650,000	476,741	471,997	467,300	462,651	458,047	453,490	448,977	444,510	440,087	435,708
675,000	495,077	490,151	485,274	480,445	475,664	470,932	466,246	461,606	457,013	452,466
700,000	513,413	508,304	503,247	498,239	493,282	488,373	483,514	478,703	473,940	469,224
725,000	531,749	526,458	521,220	516,033	510,899	505,815	500,782	495,800	490,866	485,982
750,000	550,085	544,612	539,193	533,828	528,516	523,257	518,051	512,896	507,793	502,740
775,000	568,421	562,766	557,166	551,622	546,133	540,699	535,319	529,993	524,719	519,498
800,000	586,758	580,919	575,139	569,416	563,750	558,141	552,587	547,089	541,645	536,256
825,000	605,094	599,073	593,112	587,211	581,368	575,583	569,856	564,186	558,572	553,014
850,000	623,430	617,227	611,085	605,005	598,985	593,025	587,124	581,282	575,498	569,772
875,000	641,766	635,380	629,058	622,799	616,602	610,467	604,393	598,379	592,425	586,530
900,000	660,102	653,534	647,031	640,593	634,219	627,909	621,661	615,475	609,351	603,288
925,000	678,438	671,688	665,004	658,388	651,836	645,351	638,929	632,572	626,278	620,046
950,000	696,775	689,842	682,978	676,182	669,454	662,793	656,198	649,668	643,204	636,804
975,000	715,111	707,995	700,951	693,976	687,071	680,234	673,466	666,765	660,130	653,562
1,000,000	733,447	726,149	718,924	711,770	704,688	697,676	690,734	683,861	677,057	670,320

ตารางที่ ฉ-1 (ต่อ)

การเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกสองวัน

แทนค่า μ ตั้งแต่ 0.01 ไปจนถึง 0.40 ค่า N_0 ตั้งแต่ 50,000 ไปจนถึง 1,000,000 โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 25,000 ค่า Δt เท่ากับ 2 (วัน) ลงในสมการอัตราการเจริญเช่นเดียวกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกวันข้างต้น จะได้ค่า N_t ดังตารางที่ ๓-2

จากนั้นนำค่าความหนาแน่นเซลล์สำหรับก่อนและหลังเก็บเกี่ยวที่ได้ในแต่ละค่าการเจริญ (μ_n) มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวจากสมการ:

$$\text{percent of harvesting (at } \mu_n) = \frac{(N_0 - N_t) \times 100}{N_0}$$

ตัวอย่างที่ 1

เมื่อ $\mu_n = 0.15$ $N_0 = 150,000$ และ $N_t = 111,123$

เปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวที่ $\mu_n 0.15 = 25.918 \%$

ตัวอย่างที่ 2

เมื่อ $\mu_n = 0.25$ $N_0 = 275,000$ และ $N_t = 166,796$

เปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวที่ $\mu_n 0.25 = 39.347 \%$

นำเปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวของแต่ละค่าการเจริญมาหาค่าเฉลี่ย แล้วสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวกับค่าการเจริญ เพื่อนำมาใช้เก็บเกี่ยวสำหรับดูนาเลียเอลลาแบบกึ่งต่อเนื่องทุกสองวัน (รูปที่ 3.3)

Conc. Before harvest (cell/ml)	Concentration error harvest (cell/ml)									
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
50,000	49,010	48,039	47,088	46,156	45,242	44,346	43,468	42,607	41,764	40,937
75,000	73,515	72,059	70,632	69,234	67,863	66,519	65,202	63,911	62,645	61,405
100,000	98,020	96,079	94,176	92,312	90,484	88,692	86,936	85,214	83,527	81,873
125,000	122,525	120,099	117,721	115,390	113,105	110,865	108,670	106,518	104,409	102,341
150,000	147,030	144,118	141,265	138,467	135,726	133,038	130,404	127,822	125,291	122,810
175,000	171,535	168,138	164,809	161,545	158,347	155,211	152,138	149,125	146,172	143,278
200,000	196,040	192,158	188,353	184,623	180,967	177,384	173,872	170,429	167,054	163,746
225,000	220,545	216,178	211,897	207,701	203,588	199,557	195,606	191,732	187,936	184,214
250,000	245,050	240,197	235,441	230,779	226,209	221,730	217,340	213,036	208,818	204,683
275,000	269,555	264,217	258,985	253,857	248,830	243,903	239,074	234,340	229,699	225,151
300,000	294,060	288,237	282,529	276,935	271,451	266,076	260,807	255,643	250,581	245,619
325,000	318,565	312,257	306,073	300,013	294,072	288,249	282,541	276,947	271,463	266,087
350,000	343,070	336,276	329,618	323,091	316,693	310,422	304,275	298,250	292,345	286,556
375,000	367,575	360,296	353,162	346,169	339,314	332,595	326,009	319,554	313,226	307,024
400,000	392,079	384,316	376,706	369,247	361,935	354,768	347,743	340,858	334,108	327,492
425,000	416,584	408,336	400,250	392,324	384,556	376,941	369,477	362,161	354,990	347,961
450,000	441,089	432,355	423,794	415,402	407,177	399,114	391,211	383,465	375,872	368,429
475,000	465,594	456,375	447,338	438,480	429,798	421,287	412,945	404,768	396,753	388,897
500,000	490,099	480,395	470,882	461,558	452,419	443,460	434,679	426,072	417,635	409,365
525,000	514,604	504,414	494,426	484,636	475,040	465,633	456,413	447,375	438,517	429,834
550,000	539,109	528,434	517,970	507,714	497,661	487,806	478,147	468,679	459,399	450,302
575,000	563,614	552,454	541,515	530,792	520,282	509,979	499,881	489,983	480,280	470,770
600,000	588,119	576,474	565,059	553,870	542,902	532,152	521,615	511,286	501,162	491,238
625,000	612,624	600,493	588,603	576,948	565,523	554,325	543,349	532,590	522,044	511,707
650,000	637,129	624,513	612,147	600,026	588,144	576,498	565,083	553,893	542,926	532,175
675,000	661,634	648,533	635,691	623,104	610,765	598,671	586,817	575,197	563,807	552,643
700,000	686,139	672,553	659,235	646,181	633,386	620,844	608,551	596,501	584,689	573,112
725,000	710,644	696,572	682,779	669,259	656,007	643,017	630,285	617,804	605,571	593,580
750,000	735,149	720,592	706,323	692,337	678,628	665,190	652,019	639,108	626,453	614,048
775,000	759,654	744,612	729,868	715,415	701,249	687,363	673,753	660,411	647,334	634,516
800,000	784,159	768,632	753,412	738,493	723,870	709,536	695,487	681,715	668,216	654,985
825,000	808,664	792,651	776,956	761,571	746,491	731,709	717,221	703,019	689,098	675,453
850,000	833,169	816,671	800,500	784,649	769,112	753,882	738,955	724,322	709,980	695,921
875,000	857,674	840,691	824,044	807,727	791,733	776,055	760,688	745,626	730,861	716,389
900,000	882,179	864,710	847,588	830,805	814,354	798,228	782,422	766,929	751,743	736,858
925,000	906,684	888,730	871,132	853,883	836,975	820,401	804,156	788,233	772,625	757,326
950,000	931,189	912,750	894,676	876,961	859,596	842,574	825,890	809,537	793,507	777,794
975,000	955,694	936,770	918,220	900,038	882,216	864,747	847,624	830,840	814,388	798,262
1,000,000	980,199	960,789	941,765	923,116	904,837	886,920	869,358	852,144	835,270	818,731

ตารางที่จ-2 ความหนาแน่นเซลล์สำหรับยูดานิลิเอสลาหลังจากคำนวณด้วยสมการการเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกสองวัน

Cell conc. Before harvest (cell/ml)	Cell concentration after harvest (cell/ml)									
	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20
50,000	40,126	39,331	38,553	37,789	37,041	36,307	35,589	34,884	34,193	33,516
75,000	60,189	58,997	57,829	56,684	55,561	54,461	53,383	52,326	51,290	50,274
100,000	80,252	78,663	77,105	75,578	74,082	72,615	71,177	69,768	68,386	67,032
125,000	100,315	98,328	96,381	94,473	92,602	90,769	88,971	87,210	85,483	83,790
150,000	120,378	117,994	115,658	113,368	111,123	108,922	106,766	104,651	102,579	100,548
175,000	140,441	137,660	134,934	132,262	129,643	127,076	124,560	122,093	119,676	117,306
200,000	160,504	157,326	154,210	151,157	148,164	145,230	142,354	139,535	136,772	134,064
225,000	180,567	176,991	173,487	170,051	166,684	163,384	160,148	156,977	153,869	150,822
250,000	200,630	196,657	192,763	188,946	185,205	181,537	177,943	174,419	170,965	167,580
275,000	220,693	216,323	212,039	207,841	203,725	199,691	195,737	191,861	188,062	184,338
300,000	240,756	235,988	231,315	226,735	222,245	217,845	213,531	209,303	205,158	201,096
325,000	260,819	255,654	250,592	245,630	240,766	235,998	231,325	226,745	222,255	217,854
350,000	280,882	275,320	269,868	264,524	259,286	254,152	249,120	244,187	239,351	234,612
375,000	300,945	294,985	289,144	283,419	277,807	272,306	266,914	261,629	256,448	251,370
400,000	321,008	314,651	308,421	302,313	296,327	290,460	284,708	279,071	273,545	268,128
425,000	341,070	334,317	327,697	321,208	314,848	308,613	302,502	296,512	290,641	284,886
450,000	361,133	353,983	346,973	340,103	333,368	326,767	320,297	313,954	307,738	301,644
475,000	381,196	373,648	366,250	358,997	351,889	344,921	338,091	331,396	324,834	318,402
500,000	401,259	393,314	385,526	377,892	370,409	363,075	355,885	348,838	341,931	335,160
525,000	421,322	412,980	404,802	396,786	388,930	381,228	373,679	366,280	359,027	351,918
550,000	441,385	432,645	424,078	415,681	407,450	399,382	391,474	383,722	376,124	368,676
575,000	461,448	452,311	443,355	434,576	425,970	417,536	409,268	401,164	393,220	385,434
600,000	481,511	471,977	462,631	453,470	444,491	435,689	427,062	418,606	410,317	402,192
625,000	501,574	491,642	481,907	472,365	463,011	453,843	444,856	436,048	427,413	418,950
650,000	521,637	511,308	501,184	491,259	481,532	471,997	462,651	453,490	444,510	435,708
675,000	541,700	530,974	520,460	510,154	500,052	490,151	480,445	470,932	461,606	452,466
700,000	561,763	550,640	539,736	529,049	518,573	508,304	498,239	488,373	478,703	469,224
725,000	581,826	570,305	559,012	547,943	537,093	526,458	516,033	505,815	495,800	485,982
750,000	601,889	589,971	578,289	566,838	555,614	544,612	533,828	523,257	512,896	502,740
775,000	621,952	609,637	597,565	585,732	574,134	562,766	551,622	540,699	529,993	519,498
800,000	642,015	629,302	616,841	604,627	592,655	580,919	569,416	558,141	547,089	536,256
825,000	662,078	648,968	636,118	623,522	611,175	599,073	587,211	575,583	564,186	553,014
850,000	682,141	668,634	655,394	642,416	629,695	617,227	605,005	593,025	581,282	569,772
875,000	702,204	688,299	674,670	661,311	648,216	635,380	622,799	610,467	598,379	586,530
900,000	722,267	707,965	693,946	680,205	666,736	653,534	640,593	627,909	615,475	603,288
925,000	742,330	727,631	713,223	699,100	685,257	671,688	658,388	645,351	632,572	620,046
950,000	762,393	747,296	732,499	717,995	703,777	689,842	676,182	662,793	649,668	636,804
975,000	782,456	766,962	751,775	736,889	722,298	707,995	693,976	680,234	666,765	653,562
1,000,000	802,519	786,628	771,052	755,784	740,818	726,149	711,770	697,676	683,861	670,320

ตารางที่ จ-2 (ต่อ)

Cell conc. Before harvest (cell/ml)	cell concentration after harvest (cell/ml)									
	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30
50,000	32,852	32,202	31,564	30,939	30,327	29,726	29,137	28,560	27,995	27,441
75,000	49,279	48,303	47,346	46,409	45,490	44,589	43,706	42,841	41,992	41,161
100,000	65,705	64,404	63,128	61,878	60,653	59,452	58,275	57,121	55,990	54,881
125,000	82,131	80,505	78,910	77,348	75,816	74,315	72,844	71,401	69,987	68,601
150,000	98,557	96,605	94,693	92,818	90,980	89,178	87,412	85,681	83,985	82,322
175,000	114,983	112,706	110,475	108,287	106,143	104,041	101,981	99,962	97,982	96,042
200,000	131,409	128,807	126,257	123,757	121,306	118,904	116,550	114,242	111,980	109,762
225,000	147,836	144,908	142,039	139,226	136,469	133,767	131,118	128,522	125,977	123,483
250,000	164,262	161,009	157,821	154,696	151,633	148,630	145,687	142,802	139,975	137,203
275,000	180,688	177,110	173,603	170,165	166,796	163,493	160,256	157,082	153,972	150,923
300,000	197,114	193,211	189,385	185,635	181,959	178,356	174,824	171,363	167,970	164,643
325,000	213,540	209,312	205,167	201,105	197,122	193,219	189,393	185,643	181,967	178,364
350,000	229,966	225,413	220,949	216,574	212,286	208,082	203,962	199,923	195,964	192,084
375,000	246,393	241,514	236,731	232,044	227,449	222,945	218,531	214,203	209,962	205,804
400,000	262,819	257,615	252,513	247,513	242,612	237,808	233,099	228,484	223,959	219,525
425,000	279,245	273,715	268,296	262,983	257,776	252,671	247,668	242,764	237,957	233,245
450,000	295,671	289,816	284,078	278,453	272,939	267,534	262,237	257,044	251,954	246,965
475,000	312,097	305,917	299,860	293,922	288,102	282,397	276,805	271,324	265,952	260,686
500,000	328,523	322,018	315,642	309,392	303,265	297,260	291,374	285,605	279,949	274,406
525,000	344,950	338,119	331,424	324,861	318,429	312,123	305,943	299,885	293,947	288,126
550,000	361,376	354,220	347,206	340,331	333,592	326,986	320,512	314,165	307,944	301,846
575,000	377,802	370,321	362,988	355,800	348,755	341,849	335,080	328,445	321,942	315,567
600,000	394,228	386,422	378,770	371,270	363,918	356,712	349,649	342,725	335,939	329,287
625,000	410,654	402,523	394,552	386,740	379,082	371,575	364,218	357,006	349,936	343,007
650,000	427,080	418,624	410,334	402,209	394,245	386,438	378,786	371,286	363,934	356,728
675,000	443,507	434,725	426,116	417,679	409,408	401,301	393,355	385,566	377,931	370,448
700,000	459,933	450,825	441,899	433,148	424,571	416,164	407,924	399,846	391,929	384,168
725,000	476,359	466,926	457,681	448,618	439,735	431,027	422,492	414,127	405,926	397,888
750,000	492,785	483,027	473,463	464,088	454,898	445,890	437,061	428,407	419,924	411,609
775,000	509,211	499,128	489,245	479,557	470,061	460,753	451,630	442,687	433,921	425,329
800,000	525,637	515,229	505,027	495,027	485,225	475,616	466,199	456,967	447,919	439,049
825,000	542,064	531,330	520,809	510,496	500,388	490,479	480,767	471,247	461,916	452,770
850,000	558,490	547,431	536,591	525,966	515,551	505,342	495,336	485,528	475,914	466,490
875,000	574,916	563,532	552,373	541,435	530,714	520,205	509,905	499,808	489,911	480,210
900,000	591,342	579,633	568,155	556,905	545,878	535,068	524,473	514,088	503,909	493,930
925,000	607,768	595,734	583,937	572,375	561,041	549,932	539,042	528,368	517,906	507,651
950,000	624,194	611,835	599,719	587,844	576,204	564,795	553,611	542,649	531,903	521,371
975,000	640,621	627,936	615,502	603,314	591,367	579,658	568,180	556,929	545,901	535,091
1,000,000	657,047	644,036	631,284	618,783	606,531	594,521	582,748	571,209	559,898	548,812

ตารางที่ ฉ-2 (ต่อ)

Cell conc. Before harvest (cell/ml)	Cell concentration after harvest (cell/ml)									
	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40
50,000	26,897	26,365	25,843	25,331	24,829	24,338	23,856	23,383	22,920	22,466
75,000	40,346	39,547	38,764	37,996	37,244	36,506	35,784	35,075	34,380	33,700
100,000	53,794	52,729	51,685	50,662	49,659	48,675	47,711	46,767	45,841	44,933
125,000	67,243	65,912	64,606	63,327	62,073	60,844	59,639	58,458	57,301	56,166
150,000	80,692	79,094	77,528	75,993	74,488	73,013	71,567	70,150	68,761	67,399
175,000	94,140	92,276	90,449	88,658	86,902	85,182	83,495	81,842	80,221	78,633
200,000	107,589	105,458	103,370	101,323	99,317	97,350	95,423	93,533	91,681	89,866
225,000	121,037	118,641	116,292	113,989	111,732	109,519	107,351	105,225	103,141	101,099
250,000	134,486	131,823	129,213	126,654	124,146	121,688	119,278	116,917	114,602	112,332
275,000	147,935	145,005	142,134	139,320	136,561	133,857	131,206	128,608	126,062	123,565
300,000	161,383	158,188	155,055	151,985	148,976	146,026	143,134	140,300	137,522	134,799
325,000	174,832	171,370	167,977	164,651	161,390	158,194	155,062	151,992	148,982	146,032
350,000	188,281	184,552	180,898	177,316	173,805	170,363	166,990	163,683	160,442	157,265
375,000	201,729	197,735	193,819	189,981	186,219	182,532	178,918	175,375	171,902	168,498
400,000	215,178	210,917	206,741	202,647	198,634	194,701	190,846	187,067	183,362	179,732
425,000	228,626	224,099	219,662	215,312	211,049	206,870	202,773	198,758	194,823	190,965
450,000	242,075	237,282	232,583	227,978	223,463	219,039	214,701	210,450	206,283	202,198
475,000	255,524	250,464	245,504	240,643	235,878	231,207	226,629	222,142	217,743	213,431
500,000	268,972	263,646	258,426	253,308	248,293	243,376	238,557	233,833	229,203	224,664
525,000	282,421	276,829	271,347	265,974	260,707	255,545	250,485	245,525	240,663	235,898
550,000	295,869	290,011	284,268	278,639	273,122	267,714	262,413	257,217	252,123	247,131
575,000	309,318	303,193	297,190	291,305	285,537	279,883	274,341	268,908	263,583	258,364
600,000	322,767	316,375	310,111	303,970	297,951	292,051	286,268	280,600	275,044	269,597
625,000	336,215	329,558	323,032	316,636	310,366	304,220	298,196	292,292	286,504	280,831
650,000	349,664	342,740	335,953	329,301	322,780	316,389	310,124	303,983	297,964	292,064
675,000	363,112	355,922	348,875	341,966	335,195	328,558	322,052	315,675	309,424	303,297
700,000	376,561	369,105	361,796	354,632	347,610	340,727	333,980	327,366	320,884	314,530
725,000	390,010	382,287	374,717	367,297	360,024	352,895	345,908	339,058	332,344	325,763
750,000	403,458	395,469	387,639	379,963	372,439	365,064	357,835	350,750	343,805	336,997
775,000	416,907	408,652	400,560	392,628	384,854	377,233	369,763	362,441	355,265	348,230
800,000	430,356	421,834	413,481	405,294	397,268	389,402	381,691	374,133	366,725	359,463
825,000	443,804	435,016	426,402	417,959	409,683	401,571	393,619	385,825	378,185	370,696
850,000	457,253	448,199	439,324	430,624	422,098	413,739	405,547	397,516	389,645	381,930
875,000	470,701	461,381	452,245	443,290	434,512	425,908	417,475	409,208	401,105	393,163
900,000	484,150	474,563	465,166	455,955	446,927	438,077	429,403	420,900	412,565	404,396
925,000	497,599	487,745	478,087	468,621	459,341	450,246	441,330	432,591	424,026	415,629
950,000	511,047	500,928	491,009	481,286	471,756	462,415	453,258	444,283	435,486	426,863
975,000	524,496	514,110	503,930	493,952	484,171	474,583	465,186	455,975	446,946	438,096
1,000,000	537,944	527,292	516,851	506,617	496,585	486,752	477,114	467,666	458,406	449,329

ภาคผนวก ช

การคำนวณค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS for WINDOWS 95 version 7.5

1. ผลของความเค็มกับการเพาะเลี้ยง

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Specific growth rate	Between Groups	1.238E-03	2	6.192E-04	1.305	.391
	Within Groups	1.423E-03	3	4.744E-04		
	Total	2.662E-03	5			

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Carotenoid content	Between Groups	145.808	2	72.904	74.767	.000
	Within Groups	8.776	9	.975		
	Total	154.583	11			
Chlorophyll content	Between Groups	.731	2	.366	.021	.980
	Within Groups	159.568	9	17.730		
	Total	160.300	11			
Carotenoid/Chlorophyll content	Between Groups	2.614	2	1.307	.695	.524
	Within Groups	16.933	9	1.881		
	Total	19.548	11			

2. ผลของระดับความเข้มแสงต่อระบบการผลิต

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Specific growth rate	Between Groups	1.505E-03	2	7.527E-04	1.932	.289
	Within Groups	1.169E-03	3	3.897E-04		
	Total	2.674E-03	5			

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Carotenoid content	Between Groups	279.841	2	139.920	74.691	.000
	Within Groups	16.860	9	1.873		
	Total	296.701	11			
Chlorophyll content	Between Groups	1.525	2	.762	.037	.964
	Within Groups	186.369	9	20.708		
	Total	187.894	11			
Carotenoid/Chlorophyll content	Between Groups	4.260	2	2.130	1.465	.281
	Within Groups	13.082	9	1.454		
	Total	17.342	11			

3. ผลของคาบการให้แสงในรอบวันต่อระบบการผลิต

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Specific growth rate	Between Groups	7.962E-03	1	7.962E-03	24.991	.038
	Within Groups	6.372E-04	2	3.186E-04		
	Total	8.599E-03	3			

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Carotenoid content	Between Groups	114.167	1	114.167	91.081	.000
	Within Groups	7.521	6	1.253		
	Total	121.688	7			
Chlorophyll content	Between Groups	.212	1	.212	.012	.918
	Within Groups	109.402	6	18.234		
	Total	109.614	7			
Carotenoid/Chlorophyll content	Between Groups	2.951	1	2.951	.846	.393
	Within Groups	20.928	6	3.488		
	Total	23.879	7			

4. ผลของระดับ pH เริ่มต้นในระบบเพาะเลี้ยง

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Specific growth rate	Between Groups	1.722E-02	4	4.305E-03	12.068	.009
	Within Groups	1.784E-03	5	3.567E-04		
	Total	1.900E-02	9			

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Carotenoid content	Between Groups	201.050	4	50.263	30.628	.000
	Within Groups	24.616	15	1.641		
	Total	225.666	19			
Chlorophyll content	Between Groups	2.552	4	.638	.033	.998
	Within Groups	290.526	15	19.368		
	Total	293.078	19			
Carotenoid/Chlorophyll content	Between Groups	.827	4	.207	.085	.986
	Within Groups	36.532	15	2.435		
	Total	37.359	19			

5. ผลของการเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับอากาศในปริมาณต่าง ๆ ต่อการเจริญและผลผลิตของสาหร่ายดุนาไลเอลลาในระบบการเพาะเลี้ยง

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Specific growth rate	Between Groups	3.273E-03	3	1.091E-03	2.608	.189
	Within Groups	1.673E-03	4	4.183E-04		
	Total	4.947E-03	7			

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Carotenoid content	Between Groups	41.833	3	13.944	22.566	.000
	Within Groups	7.415	12	.618		
	Total	49.248	15			
Chlorophyll content	Between Groups	3.123	3	1.041	.069	.975
	Within Groups	180.646	12	15.054		
	Total	183.770	15			
Carotenoid/Chlorophyll content	Between Groups	4.141E-02	3	1.380E-02	.009	.999
	Within Groups	18.395	12	1.533		
	Total	18.436	15			

6. ผลการเพาะเลี้ยงแบบกึ่งต่อเนื่องโดยกำหนดปริมาณการเก็บเกี่ยวผลผลิตสำหรับยาคูนาลีเอลลา

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Specific growth rate	Between Groups	2.307E-02	5	4.614E-03	18.960	.001
	Within Groups	1.460E-03	6	2.433E-04		
	Total	2.453E-02	11			

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Carotenoid content	Between Groups	39.390	5	7.878	.960	.508
	Within Groups	49.228	6	8.205		
	Total	88.618	11			
Chlorophyll content	Between Groups	30.837	5	6.167	.648	.675
	Within Groups	57.146	6	9.524		
	Total	87.983	11			
Carotenoid/Chlorophyll content	Between Groups	.317	5	6.347E-02	1.363	.355
	Within Groups	.279	6	4.656E-02		
	Total	.597	11			

7. ผลการเพาะเลี้ยงโดยใช้มาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญจำเพาะและค่าร้อยละของการเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตสำหรับยูนาลีเอลลาแบบกึ่งต่อเนื่อง

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Specific growth rate	Between Groups	1.296E-03	1	1.296E-03	.106	.776
	Within Groups	2.456E-02	2	1.228E-02		
	Total	2.586E-02	3			

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Carotenoid content	Between Groups	3.351	1	3.351	.098	.784
	Within Groups	68.723	2	34.362		
	Total	72.074	3			
Chlorophyll content	Between Groups	.258	1	.258	.008	.937
	Within Groups	63.795	2	31.898		
	Total	64.053	3			
Carotenoid/Chlorophyll content	Between Groups	.287	1	.287	.163	.726
	Within Groups	3.523	2	1.761		
	Total	3.810	3			



ประวัติผู้เขียน

นายนรินทร์ ธารัตตพันธุ์ เกิดเมื่อวันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2514 ที่จังหวัดกาฬสินธุ์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวัสดุ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อปี พ.ศ. 2536 และเข้าศึกษาต่อหลักสูตร ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2537 โดยได้รับทุนการศึกษาและทำวิจัยจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ในปีการศึกษา 2537 ถึง 2539 และได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยบางส่วนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โดยโครงการเมธีวิจัยอาวุโส สกว. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต