

บรรณานุกรม

กรมการจัดหางาน. 2554. ทำน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำมะพร้าว. Available online:

<http://www.ismed.or.th/SME2/src/bin/controller.php?view=knowledgeInsite.KnowledgesDetail&p=&nid=&sid=69&id=571&left=84&right=85&level=3&lv1=3> [Online 23 Feb 2011].

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2545, คู่มือการผลิตและประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ, 57 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร, 2548, ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548, หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ ฉบับวันที่ 27 มิถุนายน 2548 กรุงเทพมหานคร.

กระทรวงสาธารณสุข. 2548. กระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 289) พ.ศ.2548 ว่าด้วยเรื่อง นมเปรี้ยว

กองเกษตรเคมี, 2545, สอร์โมนพืชและธาตุอาหารพืชในน้ำหมักชีวภาพ, กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 133 หน้า.

กองเกษตรเคมี. 2545. สอร์โมนพืชและธาตุอาหารพืชในน้ำหมักชีวภาพ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 133 หน้า.

ทรงพล คุณศรีสุข สุภารัตน์ ตรีเพชรกุล แสงชัย เอกประทุมชัย ศศิธร กู้สุวรรณวิจิตร และ กนกวรรณ พันธุ์ดี, 2552, รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่องการพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปมะพร้าวสู่ชุมชน พื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 63 หน้า.

ทรงพล คุณศรีสุข, 2544, “การเปรียบเทียบผลของชนิดของ bulking agents ในการทำปุ๋ยหมักแบบกึ่งกะจากขยะอาหารครัวเรือน”, วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรชีวภาพ คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ทศพร ทองเที่ยง นฤมล จิยโชค สุเมธ ท่านเจริญ ภาวิณี พัฒนจันทร์ และ ทรงพล คุณศรีสุข, 2548, รายงานฉบับสมบูรณ์ “โครงการศึกษาแนวทางพัฒนามะพร้าวและผลิตภัณฑ์จากมะพร้าว”, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 88 หน้า.

นพมณี โทปญญานนท์. 2545. การขยายพันธุ์พืชโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 162 หน้า.

ปิยะรัชต์ กุลเมธี. 2551. การผลิตวุ้นมะพร้าว (วุ้นสวรรค์). Available online:

<http://www.agro.kmutnb.ac.th/e-learning/521302/6.php> [Online 11 Dec 2010].

- พรทิพย์ เพ็ญวรวงศ์ สุदारัตน์ ตรีเพชรกุล ทรงพล คุณศรีสุข และ แสงชัย เอกประทุมชัย. 2551. การศึกษาการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร ปีที่ 28 ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2551 ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, หน้า 13-31.
- พรศิริ บุญชู, 2548, “การใช้ประโยชน์ตะกอนจากระบบผลิตน้ำประปาโดยการหมักทำปุ๋ยร่วมกับผักตบชวาและขุยมะพร้าว”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์, 121 หน้า.
- พิศมัย ศรีชาเขษ, นิพัฒน์ ลิ้มสงวน, พิสุทธิ บุตรสุวรรณ และ มาลา ศิรทรัพย์ไพสิฐ, 2551, รายงานการวิจัย “การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเนื้อมะพร้าว และการควบคุมคุณภาพ”, สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, พ.ศ. 2551
- เพ็ญจันทร์ เมฆวิจิตรแสง จินดารัตน์ พิมพ์สมาน และ เลิศฤทธิ์ เลิศวัฒน์วัลลี. 2542. จลนพลศาสตร์และการขยายขนาดการผลิต *Acetobacter xylinum* ในเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพในระบบกะ (Batch) และกึ่งกะ (Fed-batch). ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2547. น้ำหมักพืช. Available online: <http://app.tisi.go.th/cgi-bin/otop/stdsearch.pl> [Online 15 June 2010].
- มุกดา สุขสวัสดิ์, 2545, ปุ๋ยอินทรีย์, ชุดคู่มือการเกษตร, พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์บ้านและสวน, กรุงเทพฯ, หน้า 1-124.
- ศรีสา ทวีแสง บวรศักดิ์ ลีนานนท์ และ สิงหนาท พวงจันทร์แดง. 2548. การเหลือรอดชีวิตของเชื้อแบคทีเรียโพรไบโอติกในน้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฉบับที่ 5, หน้า 77 – 88.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม. 2541. คู่มือเทคโนโลยีสะอาดสำหรับประชาชน สนับสนุนโดย ภาาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. USAEP. The Asia Foundation. กลุ่มความร่วมมือระหว่างองค์กรพัฒนาเอกชนและกลุ่มอุตสาหกรรมไทยเพื่อสิ่งแวดล้อม (IN GROUP).
- สนธยา พุททวงศ์ และ ศศิธร วงศ์เรือง, 2552, สารสกัดจากพลูควัวและสาบเสือที่มีอิทธิพลต่อเชื้อ *Colletotrichum capsici* และ *Fusarium oxysporum*, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40 (3) (พิเศษ) : 225-228.

สายชล ชิวปรีชา. 2520. การศึกษาการใช้น้ำมะพร้าวเป็นแหล่งอาหารเลี้ยงเชื้อและเก็บเชื้อแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติก. ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 2551, สถิติการปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น, อ้างจาก <http://prachuap.doae.go.th/statistics%20plant/statistics%20fruit/fruit%202544.xls> ณ วันที่ 22 มีนาคม 2552.

สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 2550, ทำเนียบโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดประจวบคีรีขันธ์, อ้างจาก http://www.industry.go.th/ops/pio/prachuapkhirikhan/DocLib3/plan_con.htm ณ วันที่ 20 สิงหาคม 2552.

สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล แสงชัย เอกประทุมชัย ทรงพล คุณศรีสุข ศศิธร กู้สุวรรณวิจิตร กนกวรรณ พันธุ์ดี และ พรทิพย์ เพ็ญจรวงศ์, 2551, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ “การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตน้ำสกัดชีวภาพและปุ๋ยหมักจากของเหลือทิ้งในการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์”, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ธันวาคม 2551, 106 หน้า.

อโณทัย คมเสวต. 2519. การศึกษาการเจริญของยีสต์โดยใช้น้ำมะพร้าวเป็นวัตถุดิบ. ปรินญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัสนี จิระวิบูลย์เวช. 2548. การผลิตโคอะซิติลจากน้ำมะพร้าวโดยเชื้อ *Lactobacillus pentosus*. ปรินญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 142 หน้า.

อานัฐ ดันโช, 2549, เกษตรกรรมชาติประยุกต์, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, พิมพ์ครั้งที่ 1, ศูนย์หนังสือ สวทช., ปทุมธานี, 299 หน้า.

อุทัย คันโช และ สุกัญญา จัตตุพรพงษ์, 2552, การใช้ประโยชน์ของเสียจากฟาร์มสุกรในการเพิ่มผลผลิตพืช, การประชุมเชิงวิชาการ “การจัดการมลพิษจากเกษตรกรรม”, 27 สิงหาคม 2552 ณ โรงแรมแกรนด์ เมอร์เคียว ฟอรั่ม, กรุงเทพมหานคร, หน้า 1-12.

Al-Mughrabi, K.I., 2006. “Antibiosis ability of aerobic compost tea against foliar and tuber potato diseases”. *Journal of Biotechnology* 5(1). 69-74.

Al-Mughrabi, K.I., Berthéléme, C., Livingston, T., Burgoyne, A., Poirier, R. and Vikram, A., 2008. “Aerobic Compost Tea, Compost and A Combination of Both Reduc the Severity of Common Scab (*Streptomyces scabiei*) on Potato Tubers”. *Journal of Plant Sciences* 3(2). 168-175.

Asiah, A., Mohd. Razi, I., Mohd. Khanif, Y., Marziah, M. and Shaharuddin, M., 2004. “Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust and Oil Palm Empty Fruit Bunch and the Growth

- of Hybrid Heat Tolerant Cauliflower Plant, *Pertanika*". *Journal of Tropical Agriculture Science*. 27(2). 121-133.
- Association Office Analytical Chemists International (AOAC), 1995. *Official Methods of Analysis*, 16th ed. The Association Office Agricultural Chemists, Virginia.
- Bess, V.H., 2000. "Understanding compost tea". *Journal of BioCycle* 41(10). 71-72.
- Brinton, W.F., 1995. "The control of plant pathogenic fungi by use of compost teas". *Journal of Biodynamics* 197. 12-15.
- Brinton, W. F., Trankner, A., and Droffner, M., 1996. "Investigations into liquid compost extracts". *Journal of Biocycle* 37. 68-70.
- Chen and Chou, 1993. "A Manual for Cane Sugar Manufacturers and Their Chemicals". *Cane Sugar Handbook*. John Wiley&Son Incorporated. 303.
- Chen, Y.P., Rekha, P.D., Arun, A.B., Shen, F.T., Lai, W.A. and Young, C.C., 2006. "Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities". *Journal of Applied Soil Ecology* 34. 33-41.
- Danon, M., Zmora-Nahum, S., Chen, Y. And Hadar, Y., 2007. "Prolonged Compost Curing Reduces Suppression of *Sclerotium rolfsii*". *Soil Biology and Biochemistry* 39. 1936-1946.
- Dubios, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Roberts, D.A., Smith, F., 1956. Colorimetric methods for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry* 28, 350-356.
- Elad, Y. and Shtienberg, D., 1994. "Effect of Compost Water Extracts on Gray Mold (*Botrytis cinerea*)". *Journal of Crop Protection* 13. 109-114.
- Grobe, K., 2003. "California landscape contractor calls it compost tea time". *Journal of BioCycle* 44(2). 26-27.
- Gudjonsdottir, S., 1966. "Growth-promoting effects of fatty acids on excised wheat roots and oat coleoptiles". *Journal of Physiologia Plantarum* 19. 523-540.
- Henis, Y., Lewis, J.A. and Papavizas, G.C., 1984. "Interactions Between *Sclerotium rolfsii* and *Trichoderma* spp.-Relationship Between Antagonism and Disease Control". *Journal of Soil Biology and Biochemistry* 16. 391-395.

- Ingham, E.R., 2000. "The Compost Tea Brewing Manual". 2nd ed. Unisun Communications, Corvallis, Oregon, USA.
- Ingham, E.R., 2002. "The Compost Tea Brewing Manual". 3rd ed. Soil Food web Incorporated. Corvallis, Oregon, USA.
- Ingham, E. 2005. "The compost tea brewing manual. US Printings", Soil Food web Incorporated, Oregon.
- Johnson, T.R. and Case, C.L., 1989. "Laboratory Experiments in Microbiology". 2nd ed. The Benjamin / Cummings Publishing Company, Incorporated, California. 56-62.
- Johnson, T.R. and Case, C.L., 1989. Laboratory Experiments in Microbiology. 2nd ed. The Benjamin Cummings Publishing Company. Inc. California, 56-62.
- Kelley, S., 2004. "Building a knowledge base for compost tea". Journal of BioCycle 45(6). 30-34.
- Ketterer, N., and Schwager, L., 1992. "Effect of compost extracts on the disease incidence and the phyllosphere flora of bush bean and tomato leaves". Meded. Fac. Land. Univ. Gent. 57. 411-421.
- Kinnersley, A.M., Taylor, S., John, H. and George, H., 1988. "Method of regulating plant growth". CPC International Inc., U.S. Patent 5,238,841 (5 Dec 1988).
- Krishnankutty, S, 1987. Analysis of Mature and Tender Coconut Water. Available online: <http://coconutboard.nic.in/tendnutr.htm> [Online 17 December 2008].
- Kuo, S., 1996. "Phosphorus, Methods of Soil Analysis Part 3". Chemical Methods. SSSA, In D.L. Sparks (ed.). Book Series no. 5. Madison, WI. 869-919.
- Lanthier, M., 2007. "Compost Tea and Its Impact on Plant Disease". BC Organic Grower 10(2). 7-11.
- Manandhar, T. and Yami, K.D., 2008. "Biological Control of Foot Rot Disease of Rice Using Fermented Products of Compost and Vermicompost". Journal of Scientific World 6(6). 52-56.
- Marshall, M., J. Kim and C. Wei, 2000, "Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods", FAO, 52 p.
- Nancib, N., Nancib, A., Boudjelal, A., Benslimane, C., Blanchard, F. and Boudrant, J. 2001. The effect of supplementation by different nitrogen sources on the production of lactic acid from date juice by *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus*. Bioresource Technology 78, 149-153.

- Parente, E., Brienza, C., Moles, M. and Ricciardi, A., 1995. "A comparison of methods for the measurement of bacteriocin activity". *Journal of Microbiological Methods* 22. 95-108.
- Pittaway, P., 2003. Review of Dr E Ingham seminar : Soil Foodweb for Turf Pacific Golf Club Carindale.
- Ravindranath, A., 1991, Coir pith, a potential wealth in India. In : *Proceedings of the seminar on utilization of coir pith in agriculture*. Tamil Nadu Agricultural University, pp. 1-4.
- Scheuerell, S.J., 2003. "Understanding How Compost Tea Can Control Disease". *Journal of Biocycle* 44(2). 20-25.
- Scheuerell, S.J., Mahaffee, W.F., 2002. "Compost tea: principles and prospects for plant disease control", *Journal of Compost Science and Utilization* 10. 313–338.
- Sheehan, V.M., Ross P. and Fitzgerald G.F., 2007. Assessing the acid tolerance and the technological robustness of probiotic cultures for fortification in fruit juices. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 8, 279–284.
- Souleymane, B.K., Antoine, D., Russell, J.T., Hani, A. and Tyler, J.A., 2009. "Suppressive effect of non-aerated compost teas on foliar fungal pathogens of tomato". *Journal of Biological Control* 52. 167–173.
- Tam, N.F.Y. and Tiquia, S.M., 1994. "Assessing toxicity of spent sawdust pig-litter using seed germination technique", *Journal of Resow Consew Recycle* 11. 261-274.
- Than, P.P., Prihastuti, H., Phoulivong, S., Taylor, P.W.J. and Hyde, K.D., 2008. "Chilli anthracnose disease caused by *Colletotrichum* species". *Journal of Zhejiang University SCIENCE B* 9(10). 764-778.
- Tiquia, S.M., Tam, N.F.Y., Hodgkiss, I.J., 1996. "Effect of composting on phytotoxicity of spent pig-manure sawdust litter". *Journal of Environment Pollution* 93(3). 249–256.
- Touart, A.P., 2000. "Time for (compost) tea in the northwest". *Journal of BioCycle* 41(10). 74-77.
- Tripetchkul, S., Kusuwanwichid, S., Koonsrisuk, S. and Akeprathumchai, S., 2010. "Utilization of wastewater originated from naturally fermented virgin coconut oil manufacturing process for bioextract production: Physico-chemical and microbial evolution", *Journal of Bioresource Technology* 101. 6345-6353.

- Tripetchkul, S., Pundee, K., Koonsrisuk, S. and Akepratumchai, S., 2009, Utilization of Coconut Juice as Supplement in Composting of Coir Pith, The 21 st Annual Meeting of Thai Society for Biotechnology: TSB2009: Biotechnology: A Solution to the Global Economic Crisis?, Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand, September 24-25, 2009, p 57 (CD rom)
- Van Dam, J.E.G., 2002, Coir Processing Technologies, Agro Technological Research Institute, pp. 12-14, [Online], Available : <http://ftp.fao.org/docrep/fao/004/y3612E/y3612e00.pdf>. [2550, 19 January]
- Welke, S.E., 2004. "The effect of compost extract on the yield of strawberries and the severity of *Botrytis cinerea*". Journal of Sustainable agriculture 25. 57-68.
- Winfrey, M.R. and Zeikus, J.G., 1979. "Anaerobic metabolism of immediate methane precursors in Lake Mendota". Journal of Applied and Environmental Microbiology 37. 244-253.
- Wood, B.J.B. and Holzapfel, W.H. 1995. The Genera of Lactic acid Bacteria. London:Chapman&Hall. pp. 161-162.
- Yoon, K., Woodams, E.E. and Hang Y.D., 2006, Production of probiotic cabbage juice by lactic acid bacteria. Bioresource Technology 97, 1427-1430.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก วิธีการคำนวณสำหรับการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์

ภาคผนวก ข การลงพื้นที่ดำเนินการ ณ โรงงานผลิตมะพร้าวขาว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ภาคผนวก ค การเผยแพร่ผลงานวิจัย เรื่อง Preliminary screening of appropriate probiotic bacteria for producing Health drink from mature coconut juice

ภาคผนวก ก

วิธีการคำนวณสำหรับการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์

สมมุติฐานในการคิดคำนวณ

1. กำลังการผลิตมะพร้าวขาว 10 ตันต่อวัน ใช้มะพร้าวผลทั้งลูกเป็นวัตถุดิบ ปริมาณ 35 ตันต่อวัน
2. ระยะเวลาการผลิตมะพร้าวขาว จำนวน 300 วันต่อปี
3. ราคามะพร้าวขาว 25 บาทต่อกิโลกรัม

การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของข้อเสนอ CT ดังนี้

1. การจัดการวัตถุดิบ ระบบ “First in – First out”

- สามารถลดปริมาณมะพร้าวเสียลง 2-4% หรือ 200-400 กิโลกรัม (จากการผลิต 10 ตันต่อวัน)
- เท่ากับว่าจะได้มะพร้าวขาวกลับเข้ามา 200-400 กิโลกรัม

ประเมินทางเศรษฐศาสตร์

คิดเป็นเงิน (200 กก. x 25 บาท/กก.)	5,000 บาท ต่อการผลิต 1 วัน
ถ้าผลิต 300 วัน/ปี (5,000 บาท x 300 วัน)	1,500,000 บาท ต่อการผลิต 1 ปี

2. การแช่เนื้อมะพร้าวขาวในสภาพที่น้ำท่วมเนื้อมะพร้าวขาว

- สามารถลดปริมาณมะพร้าวเสียลง 0.3-0.5% หรือ 30-50 กิโลกรัม (จากการผลิต 10 ตันต่อวัน)
- เท่ากับว่าจะได้มะพร้าวขาวกลับเข้ามา 30-50 กิโลกรัม

ประเมินทางเศรษฐศาสตร์

คิดเป็นเงิน (30 กก. x 25 บาท/กก.)	750 บาท ต่อการผลิต 1 วัน
ถ้าผลิต 300 วัน/ปี (750 บาท x 300 วัน)	225,000 บาท ต่อการผลิต 1 ปี

3. การล้างเนื้อมะพร้าวขาวในน้ำผสมคลอรีนที่ลดปริมาณการใช้คลอรีนลง 20%

- ลดปริมาณการใช้คลอรีนจาก 80 กิโลกรัมต่อวัน ลดลง (80 กก. x 0.2) 16 กิโลกรัมต่อวัน
- ถ้าผลิตมะพร้าวขาว 300 วันต่อปี ลดปริมาณการใช้คลอรีนลงได้ 4,800 กิโลกรัมต่อปี

ประเมินทางเศรษฐศาสตร์

ถ้าราคาคลอรีน (โซเดียมไฮโปคลอไรต์; NaOCl) เท่ากับ 5 บาทต่อกิโลกรัม	
คิดเป็นเงิน (4,800 กก. x 5 บาท/กก.)	24,000 บาทต่อปี

4. การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงแทนสายยางฉีดน้ำ

- สามารถลดปริมาณการใช้น้ำในการล้างทำความสะอาดลง 95% คิดจาก

แบบเดิม การล้างทำความสะอาดโดยใช้สายยางฉีดน้ำ (ขนาด \varnothing 3 นิ้ว) เป็นเวลา 4 ชม. ใช้น้ำ 29,915 ลิตร

การปรับปรุง การล้างทำความสะอาดโดยใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูง ขนาด 2 แรง (1,500 W) แรงดูดน้ำ
สำหรับฉีดพ่น 6 ลิตร/นาที

เท่ากับ การล้างโดยใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูง จะใช้น้ำปริมาณ (6 ลิตร/นาที x 240 นาที) 1,440 ลิตร

ฉะนั้น ปริมาณการใช้น้ำลดลงจาก 29,915 ลิตร เหลือเพียง 1,440 ลิตร หรือลดลง 95%

ประเมินทางเศรษฐศาสตร์

ลดปริมาณการใช้น้ำลง 95% (28,420 ลิตรต่อวัน) หรือ 8,525,775 ลิตรต่อปี (ผลิต 300 วันต่อปี)

คิดอัตราค่าน้ำโดยการประปา (11 บาท/หน่วย โดย 1 หน่วย = 1,000 ลิตร)

ฉะนั้น ประหยัดค่าน้ำ (8,525,775 ลิตร x 11 บาท / 1,000 ลิตร) 93,783 บาทต่อปี

ภาคผนวก ข

การลงพื้นที่ดำเนินการ ณ โรงงานผลิตมะพร้าวขาว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์



การสัมภาษณ์โรงงานผลิตมะพร้าวขาว



การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตมะพร้าว



การสำรวจกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว



การสะท้อนข้อมูลและข้อเสนอ CT สำหรับมะพร้าวขาว



Preliminary Screening of Appropriate Probiotic Bacteria for Producing Health Drink from Mature Coconut Juice

Kanokwan Pundee¹, Saengchai Akeprathumchai³ and Sudarut Tripetchkul^{2,*}

¹*Pilot Plant Development and Training Institute, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand 10150*

²*Division of Natural Resource Management, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand 10150*

³*Division of Biotechnology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand 10150*

*Corresponding author. E-mail: sudarut.tri@kmutt.ac.th

Abstract

Mature coconut juice, waste from the coconut processing industries, is rarely utilized and discarded in the area causing environmental pollution. This study proposed to solve this problem and, at the same time, add value to mature coconut juice by producing "health drink". Therefore, the aim of study was to identify lactic acid bacteria suitable for producing "health drink" from mature coconut juice. Four types of inocula were used, including *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. delbrueckii* and drinking yogurt commercially available in the market. The results revealed that mature coconut juice supplemented with 5% sucrose could satisfactorily support growth of the adopted inocula providing that viable cell count of as high as 7 log CFU/mL could be achieved within 12 hrs post inoculation at 37°C. However, only mature coconut juice fermented with *L. casei* whose qualities expressed in terms of viable cell count (9.16 log CFU/mL), pH (3.9) and acidity expressed as lactic acid (0.37%) conformed well with fermented milk and plant bioextract standard specified by the Ministry of Public Health of Thailand (2005) and Thai Industrial Standards Institute (2004), respectively.

Keywords: health drink, lactic acid bacteria, mature coconut juice

Introduction

Thailand is one of the top ten exporters of coconut (FAO, 2010) with the total coconut production of approximately 1.51 MT in 2008 given that Prachuab kirikhan is the largest coconut producer with 0.53 MT coconut produced (Agricultural Extension Office of Prachuap Khiri Khan Province, 2008). Most of coconuts were further processed

commercially leading to large amount of wastes generated such as coir pith, coconut shell and coconut juice (Thongthieng et al., 2005). Even though mature coconut juice was employed as raw material for the production Nata de coco, compost and bioextract preparation, large quantity was inattentively discarded causing in turn adverse effect to environment (Fuangworawong et al., 2008). Since

coconut juice contains several beneficial nutritional elements such as sugar (0.1%), protein (0.1%) and trace elements, potassium (247 mg%) in particular (Krishnankutty, 1987; Mekvichitsaeng et al., 1999; Thoboonyanonth, 2002), it is a raw material of high potential for the production of health drink which effectively reduces wastes generated from coconut processing industry and, at the same time, lessens environmental problem.

Probiotics are live microbial dietary Supplement, which beneficially affects the hosts by improving its intestinal microflora balance (Fuller, 1989). Probiotic microorganisms also improve digestion and produce nutrients such as amino acids, lactic acid and vitamins K and B. Most probiotic products available in the market are diary-base in nature, e.g., yogurt, fermented milk and kefir (Siuta-Cruce and Goulet, 2001). Presently, probiotics supplemented fruit and vegetable juice rich in mineral, vitamin and fiber are as well available commercially for health conscious but lactose intolerant consumers (Luckow and Delahunty, 2004; Yoon et al., 2005; Sheehan et al., 2007; Prachyakij et al., 2008).

Microorganisms bestowing probiotics effect were *Bifidobacteria* and *Lactobacilli* including *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Saccharomyces* and *Propionibacteria* (Rivera-Espinoza and Gallardo-Navarro, 2010). Qualities of probiotics supplemented health drink relate directly to amount of live microorganisms present in the product. According to the fermented milk standard of Thailand (Ministry of Public Health of Thailand, 2007), the live probiotic bacteria present in

the product should be at least 7 logCFU/mL. As several factors, i.e., types of microorganism, pH and the presence of inhibitory substance, play significant role on probiotics viability in growth medium (Taweesaeng et al., 2005; Yoon et al., 2005; Sheehan et al., 2007), therefore, growth as well as viability of probiotic bacteria varied from one type of growth medium to another (Taweesaeng et al., 2005). For instance, *Lactobacillus acidophillus*, *L. casei* and *L. delbrueckii* grew comparatively well in beet juice, however, solely *L. casei* remained viable at the detectable level of more than 1×10^7 CFU/mL after storing at 4°C for 4 weeks (Yoon et al., 2005). This study aimed at selecting appropriate probiotic bacteria for the production of health drink from mature coconut juice.

Materials and Methods

Materials

Mature coconut juice was collected from coconut processing plant. Chemical characteristics of mature coconut juice were provided in Table 1. Mature coconut juice supplemented with 5% sucrose was sterilized at 2000 psi and 121°C for 15 minutes.

Table 1 Chemical characteristics of mature coconut juice

Characteristics	Mature coconut juice
Moisture content (%)	96.82±0.02
Ash (%)	16.58±0.52
pH	5.77±0.02
Acidity (%as lactic acid)	0.05±0.01
Brix (°)	3.6±0.1
Total sugar (µg/ml)	21.87±3.05

Probiotics Inocula

Four inocula were employed as follows: (i) commercially available drinking yogurt, (ii) *L. acidophilus* TISTR 450, (iii) *L. casei* TISTR 390 and (iv) *L. delbrueckii* TISTR326. The three lactobacilli were cultivated at 37°C for 24 hrs in MRS broth (Himedia Laboratories, PVT LTD.).

Preparation of health drink using mature coconut juice

Experiments consist of 4 treatments according to the types of inocula specified previously in probiotics inocula section. 5% inoculum was employed. Each treatment was then incubated at 37°C for 72 hrs. Small sample was collected at 0, 6, 12, 18, 24, 48 and 72 hrs.

Analytical

Total acidity expressed as % lactic acid was determined by titrating against 0.1 N NaOH using phenolphthalein as indicator (AOAC, 1995). Cell viability was enumerated by total plate count for 48 hrs at 37°C (Johnson and Case, 1989).

Statistical Analysis

All experiments were carried out in triplicate. Results were expressed as mean±standard deviation. Analysis of variance (ANOVA) and least significant digit (LSD) were conducted using Minitab 14 (Minitab Inc., USA).

Results and Discussion

pH and acidity

Thai Industrial Standards Institute (2004) and the Ministry of Public Health of Thailand (2005) have specified, respectively, that pH of less than 4.3 and

acidity (as % lactic acid) of higher than 0.3% should be attained for plant bioextract and fermented milk product in order for the product to be considered acceptable. It is obvious from Figure 1 that both pH and acidity conformed well to those of the standard when *L. acidophilus* and *L. casei* were employed as inocula at 12 and 18 hrs post inoculation, respectively. However, both pH and acidity of the product prepared using commercial drinking yogurt and *L. delbrueckii* as inocula took longer to reach standard at 24 and 48 hrs post inoculation, respectively, which may be due to the fact that longer lag phase was observed (Figure 2).

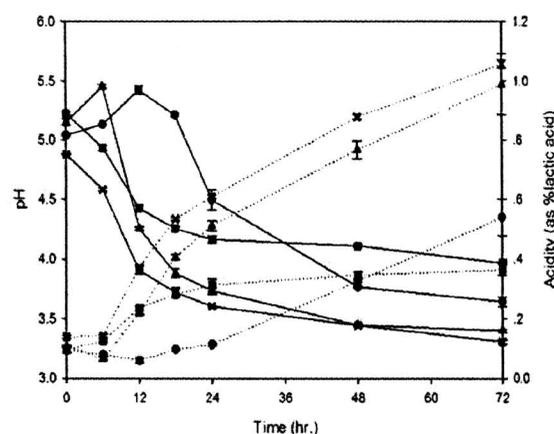


Figure 1 Changes of pH (—) and acidity (....) during fermentation of health drink from mature coconut juice using commercial drinking yogurt (●), *L. acidophilus* (▲), *L. casei* (×), *L. delbrueckii* (■) as inocula

Further, fermentation with commercial drinking yogurt and *L. delbrueckii* as inocula yielded much lower lactic acid production than those obtained with *L. acidophilus* and *L. casei* ($p < 0.05$) providing that the lowest lactic acid

concentration (0.36%) was detected when *L. delbrueckii* was used as inoculum. On the contrary, fermentation with *L. casei* led to the highest lactic acid concentration and the lowest pH of approximately 1.06% and 3.31, respectively, which was significantly different from other preparation ($p < 0.05$).

Growth and survival of probiotic bacteria

Results obtained in Figure 2 show that mature coconut juice supplemented with 5% sucrose could satisfactorily support growth of all inocula, namely, commercial drinking yogurt, *L. acidophilus*, *L. casei* and *L. delbrueckii*, exceeding 7 log CFU/mL. Both *L. acidophilus* and *L. casei* grew well during the first 6 hrs post inoculation whereas high growth of drinking yogurt inoculum and *L. delbrueckii* noted after 6 hrs of inoculation. At 12 hrs post inoculation, product prepared with *L. casei* yielded the highest viable count, approximately 9.16 ± 0.03 log CFU/mL ($p < 0.05$), whereas the viable counts accomplished with commercial drinking yogurt, *L. acidophilus*, and *L. delbrueckii* were, respectively, 8.56 ± 0.07 , 7.98 ± 0.05 and 7.83 ± 0.03 log CFU/mL.

As can be observed from Figure 2 that, at 24 hrs of fermentation, except for the commercial drinking yogurt inoculums, viable count declined accordingly due probably to an increase in acidity of the medium, which is inappropriate for growth (Sheehan et al., 2007). Considering microbial acid resistance and survivability at 72 hrs post inoculation, coconut juice fermented with *L. acidophilus* and *L. delbrueckii* showed the reduction rate relative to that of 24 hrs of 0.84 and 0.38

log CFU/mL/day, respectively. When *L. casei* was employed as inoculums the lowest reduction rate of 0.27 log CFU/mL/day was achieved indicating that *L. casei* is more acid resistant than *L. acidophilus* and *L. delbrueckii* (Figure 2), thus, remained more viable.

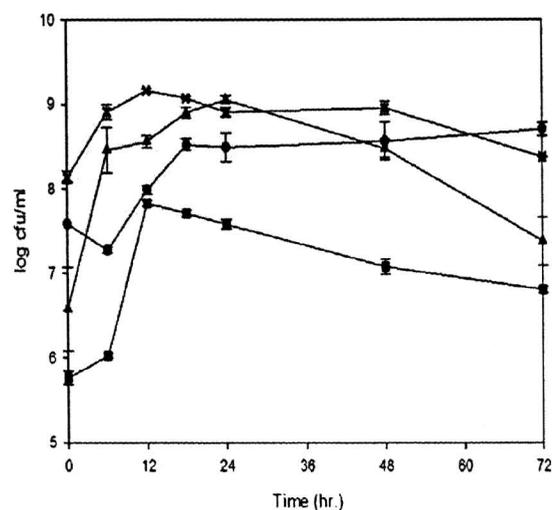


Figure 2 Viable cell counts during fermentation of health drink from mature coconut juice using commercial drinking yogurt (●), *L. acidophilus* (▲), *L. casei* (×), *L. delbrueckii* (■) as inocula

The quality of health drink from mature coconut juice

According to plant bioextract and fermented milk standards specified by the Thai Industrial Standards Institute (2004) and The Ministry of Public Health of Thailand (2005), respectively, the preparation using *L. casei* as inoculums reached standard the fastest with the highest viable cell count (9.16 log CFU/mL) within 12 hrs of fermentation ($p < 0.05$). Additionally, medium inoculated with *L. delbrueckii* led to the lowest viable cell count of 7.57 log CFU/mL at 24 hrs of fermentation (Table 2).

Table 2 Qualities of health drink from mature coconut juice at various inoculum

Inocula	Time (hr.)	Viability cell count (log CFU/mL)	pH	Acidity (% as lactic acid)
Drinking Yoghurt	48	8.56±0.23 ^c	3.77±0.01 ^c	0.33±0.00 ^c
<i>L. acidophilus</i>	18	8.90±0.06 ^b	3.88±0.04 ^b	0.41±0.01 ^a
<i>L. casei</i>	12	9.16±0.03 ^a	3.90±0.03 ^b	0.37±0.01 ^b
<i>L. delbrueckii</i>	24	7.57±0.06 ^d	4.16±0.03 ^a	0.31±0.02 ^d
Standards		7 ^{**}	4.3 [*]	0.3 ^{**}

Note: * Thai Industrial Standards Institute (2004); **The Ministry of Public Health of Thailand (2005); Values within a column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

Results found were in good agreement with that of Chewpreecha (1977) who reported that *L. casei* grew comparatively well on coconut juice supplemented with peptone, yeast extract, sodium acetate, ammonium citrate and Tween 80 at 1, 0.5, 0.5, 0.2 and 0.1% in comparison with MRS broth given that viable cell count of *L. delbrueckii* was also the lowest even when cultivated on MRS medium.

Conclusions

Four types of inocula, *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. delbrueckii* and commercial drinking yogurt, were examined for their growth and acid resistance capability on mature coconut juice. *L. casei* was the most suitable in terms of growth and acid tolerance. The qualities of the health drink, both the amount of viable count, pH and lactic acid production, conformed well to the fermented milk and plant bioextract standards specified by the Ministry of Public Health of Thailand (2005) and Thai Industrial Standards Institute (2004), respectively, within 12 hours of fermentation.

Acknowledgement

This study was financially supported by the commission of Higher Education (The Western Network).

References

- Agricultural Extension Office of Prachuap Khiri Khan Province, 2008. Coconut production statistics. Available online: <http://prachuap.doe.go.th/statistics%20plant/statistics%20fruit/fruit%202544.xls> [Online 22 March 2009].
- Association Office Analytical Chemists International (AOAC), 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. The Association Office Agricultural Chemists, Virginia.
- Chewpreecha, S., 1977. Studies on Using Coconut Juice as Basal Medium for Enrichment and Maintenance of Lactic Acid Bacteria. Department of Microbiology Science. Kasetsart University, Thailand.
- FAO, 2010. Top ten-coconut production in the world. Available online: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor> [Online 3 May 2010].



- Fuangworawong, P., Tripetchkul, S., Koonsrisuk, S., Akeprathumchai, S., 2008. Study on Availability and Utilization of Wastes from Coconut Processing in Prachuapkirikarn Province. *Silpakorn University Journal* 28 (3): 13-31.
- Fuller, R., 1989. Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology* 66(5): 365–378.
- Johnson, T.R. and Case, C.L., 1989. *Laboratory Experiments in Microbiology*. 2nd ed. The Benjamin Cummings Publishing Company. Inc. California: 56-62.
- Krishnankutty, S, 1987. Analysis of Mature and Tender Coconut Water. Available online: <http://coconutboard.nic.in/tendnutr.htm> [Online 17 December 2008].
- Luckow, T., & Delahunty, C., 2004. Which juice is 'healthier'? A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks. *Food Quality and Preference* 15: 751-759.
- Mekvichitsaeng, P., Pimsamarn, J., Lerdwattanawanlee, L., 1999. Kinetic and Scale-up of *Acetobacter Xylinum* in Batch and Fed-Batch Process. Department of Chemical Engineering. King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand.
- Prachyakij, P., Charernjiratrakul, W. and Kantachote, D., 2008. Improvement in the quality of a fermented seaweed beverage using an antiyeast starter of *Lactobacillus plantarum* DW3 and partial sterilization. *World J Microbiol Biotechnol* 24: 1713-1720.
- Rivera-Espinoza, Y. and Gallardo-Navarro, Y., 2010. Non-dairy probiotic products. *Food Microbiology* 27: 1-11.
- Sheehan, V.M., Ross P. and Fitzgerald G.F., 2007. Assessing the acid tolerance and the technological robustness of probiotic cultures for fortification in fruit juices. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 8: 279–284.
- Siuta-Cruce, P., and Goulet, J., 2001. Improving probiotic survival rates. *Food Technology* 55(10): 36–42.
- Taweasang, S., Leenanon, B. and Phoungchandang, S. 2005. Survival of probiotic bacteria in different kinds of fruit juices. *Khon Kaen University Research Journal* 5: 77-88.
- Thai Industrial Standards Institute, 2004. Plant bioextract standards. Available online: <http://app.tisi.go.th/cgi-bin/otop/stdsearch.pl> [Online 15 June 2010].
- The Ministry of Public Health of Thailand, 2005. Fermented milk standards. Available online: <http://www.fda.moph.go.th/fda-net/html/product/food/ntfmoph/ntf289.pdf> [Online 15 June 2010].
- Thoboonyanonth, N., 2002. Expansion by the Plant Tissue Culture. Department of Biology. Faculty of Science. Maejo University, Thailand.
- Thongthieng, T., Jeyashoke, N., Tanchareon, S., Patanachan, P. and Koonsrisuk, S., 2005. Development of coconut and products from coconut. King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand.
- Yoon, K., Woodams, E.E. and Hang Y.D., 2005, Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteria. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 38: 73-75

