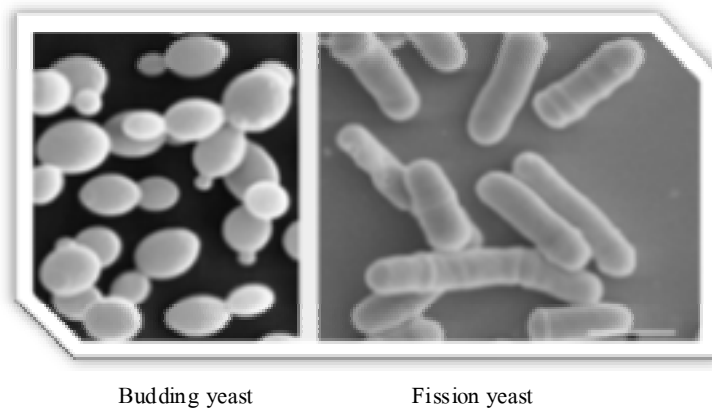


ยีสต์..... จุลินทรีย์อุตสาหกรรม

ชนิกานต์ คุ่มนุก**

ยีสต์ (Yeast) เป็นจุลินทรีย์ที่รู้จักมานานแล้วและมีการนำมาใช้ประโยชน์กันตั้งแต่สมัยโบราณ ประมาณ 6000 ปี ก่อนคริสต์ศักราชโดยนำมาใช้ในการผลิตเบียร์ Boozah นับถึงปัจจุบัน ยีสต์ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมมากมาย ทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมการเกษตรและสิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมการแพทย์และอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เป็นต้น แต่โดยส่วนใหญ่แล้วยีสต์ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมอาหาร ในลักษณะของเซลล์ยีสต์ เช่นยีสต์ขนมปัง โปรตีนเซลล์เดียว หรืออาจเป็นการผลิตยีสต์สกัดสำหรับใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสคล้ายเนื้อสัตว์และสารเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ นอกจากนี้ยังใช้ในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ เช่น ไวน์ เบียร์ และการผลิตเอทานอลสำหรับเป็นสารเคมีและเชื้อเพลิง เป็นต้น สำหรับประเทศไทยพบว่ามีการใช้ประโยชน์จากยีสต์ เพื่อผลิตอาหารที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นเช่น การทำข้าวหมาก สาโท หรือกระแช่ เป็นต้น ด้วยเหตุที่ยีสต์ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรมอย่างมากมายนี้ เราจึงน่าจะรู้จักกับยีสต์.... จุลินทรีย์อุตสาหกรรม

ยีสต์ เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ส่องดู ยีสต์เป็นจุลินทรีย์พวกยูแคริโอต จัดเป็นราจำพวกหนึ่ง มีทั้งอยู่ในคลาสแอสโคไมซีตัส (Ascomycetes class) และคลาสเบสิดีโอไมซีตัส (Basidiomycetes class) ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีรูปร่างแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ เช่น ทรงกลม รี ทรงกระบอก ยีสต์ส่วนใหญ่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ (budding) ยีสต์เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะมีการแตกหน่อให้เซลล์ใหม่ ซึ่งมีโครงสร้างและองค์ประกอบเหมือนเซลล์แม่ทุกประการแต่มีขนาดเล็กกว่า ตำแหน่งของหน่อที่เกิดจะแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ของยีสต์ การแตกหน่อบางครั้งไม่หลุดออกจากกันแต่เกาะกันเป็นกลุ่ม บางครั้งมีการเปลี่ยนแปลงโดยเซลล์ตรงกลางยาวต่อกันเป็นสายเรียกซูดอไมซีเลียม (Pseudomycelium) ยกเว้นยีสต์สายพันธุ์ *Scizosaccharomyces pombe* ที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยใช้การแบ่งเป็นสองส่วนเท่าๆกัน ส่วนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เป็นการสืบพันธุ์โดยการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ชนิดแอสโคสปอร์ (Ascospore) หรือ เบสิดีโอสปอร์ (Basidiospore) (ชนิกานต์, 2549)



รูปที่ 1 ลักษณะรูปร่างของเซลล์ยีสต์ที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

ยีสต์สามารถพบทั่วไปในธรรมชาติในดิน ในน้ำ ในส่วนต่างๆ ของพืชยีสต์บางชนิดพบอยู่กับแมลง และในกระเพาะของสัตว์บางชนิด แต่แหล่งที่พบยีสต์อยู่บ่อยๆ คือแหล่งที่มีน้ำตาลความเข้มข้นสูง เช่น น้ำผลไม้ที่มีรสหวาน ยีสต์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติมักจะปนลงไปในอาหาร เป็นเหตุให้อาหารเน่าเสียได้

ส่วนใหญ่ยีสต์จะมีการใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานและแหล่งคาร์บอน โดยมีการดำรงชีวิตแบบเฟคัลเททีฟ แอนแอโรบ (Facultative anaerobe) ยีสต์เติบโตได้ดีในสภาพมีออกซิเจน โดยใช้น้ำตาลด้วยการออกซิเดชันโดยสมบูรณ์ได้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ส่วนในสภาพไม่มีออกซิเจน ยีสต์จะเติบโตได้ช้า โดยการใช้น้ำตาลด้วยการหมักส่วนใหญ่ได้ผลผลิตเป็นเอทานอล ในระหว่างการหมักเพื่อให้ได้เอทานอลนั้น หากมีออกซิเจนในระบบยีสต์จะเปลี่ยนจากการหมักเป็นการหายใจและได้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำแทน หรือการหมักถูกยับยั้งโดยการหายใจเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “Pasteur effect” แต่ถ้าหากมีน้ำตาลความเข้มข้นสูงยีสต์สามารถหมักน้ำตาลให้เอทานอลแทนการหายใจให้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ หรือการหายใจถูกยับยั้งด้วยการหมัก ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “Crabtree effect” (ชนิกานต์, 2549)

ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างมากตั้งแต่สมัยโบราณ สายพันธุ์ที่เป็นประโยชน์และถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายคือ *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งจัดอยู่ใน Phylum Eumycetes, Class Acetomycetes, Order Saccharomyces, Family Saccharomycetaceae, Sub-family Saccharomycetoidae, Genus Species *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งนำมาเป็นส่วนผสมในการทำขนมปังรวมทั้งใช้ในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ และเบียร์ นอกจากนี้ประโยชน์ทั้งสองข้อแล้วยีสต์ยังเป็นจุลินทรีย์ที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีประโยชน์ต่อร่างกายของมนุษย์และสัตว์

การจำแนกประเภทของยีสต์จากการใช้ประโยชน์เชิงการค้าในระดับอุตสาหกรรม สามารถแบ่งออกได้เป็นกลุ่มหลัก ๆ 2 กลุ่มคือ เบเกอร์ยีสต์ (Baker's yeast) และ "บริวเวอร์ยีสต์" (Brewer's yeast)

เบเกอร์ยีสต์ เป็นยีสต์ที่มีความคงทนทางสรีรวิทยา มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ได้ นำไปใช้ในกระบวนการผลิตขนมปังให้ขึ้นฟู ได้แก่ ยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* โดยในระหว่างการเจริญเติบโตยีสต์จะสร้างพลังงานจากการหายใจเอาออกซิเจนเข้าไปและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาและเมื่อเราเอาแป้งไปอบก๊าซที่มันคายออกมาจะพุดขึ้นมาระหว่างเนื้อขนมปังทำให้เกิดรูพรุนจนฟูขึ้นมา หรือที่เรียกกันว่า "โด" (Dough) นอกจากนั้นยังให้กลิ่นรสเฉพาะของขนมปังและยังช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารของขนมปังด้วย ส่วนพวก "บริวเวอร์ยีสต์" (Brewer's yeast) เป็นยีสต์ที่ใช้ในการทำเบียร์และไวน์ การทำงานของยีสต์ประเภทนี้คือเมื่ออยู่ในสภาพที่มีออกซิเจนน้อยๆ จะเปลี่ยนน้ำตาลมาเป็นแอลกอฮอล์ หรือเอทานอลแทน บริวเวอร์ยีสต์เป็นเชื้อยีสต์ที่มีชีวิตซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตเบียร์ ในปัจจุบันได้มีการเพาะเลี้ยงด้วยกระบวนการหมักเพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะสำหรับเป็นแหล่งอาหารเสริมที่ได้รับการยอมรับว่ามีคุณค่าทางอาหารสูง มีรสชาติค่อนข้างรุนแรง บริวเวอร์ยีสต์ประกอบไปด้วยธาตุอาหารสมบูรณ์มากมาย มีกรดแอมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายถึง 16 ชนิดจากทั้งหมด 20 ชนิด เกือบ 14 ชนิด และวิตามินอีก 17 ชนิด โดยบริวเวอร์ยีสต์เป็นแหล่งธรรมชาติที่ดีที่สุดของ Vitamin B-Complex ซึ่งประกอบไปด้วย B1 (Thiamine), B2 (Riboflavin), B3 (Niacin), B5 (Pantothenic acid), B6 (Pyridoxine), B9 (Folic acid) และ B7 (Biotin) นอกจากนี้ยังมีเกลือแร่สูงคือ โครเมียม สังกะสี เหล็ก ฟอสฟอรัส และ ซีลีเนียม อีกทั้ง บริวเวอร์ยีสต์ยังเป็นแหล่งที่สำคัญของโปรตีนอีกด้วย โดยประมาณว่าจะมีโปรตีนถึง 16 กรัมต่อปริมาณผงยีสต์ 30 กรัม นอกจากนี้บริวเวอร์ยีสต์ยังเป็นแหล่งธรรมชาติที่สำคัญของโครเมียมอีกด้วย ซึ่งสถาบัน U.S. FDA แนะนำขนาดที่ควรรับประทานต่อวันในคนปกติเท่ากับ 120 มิลลิกรัม โดย โครเมียม มีความสามารถในการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกิจกรรมของอินซูลินภายในร่างกายให้เหมาะสม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อคนที่เป็นโรคเบาหวานและคนที่ชอบกินของหวาน ทั้งนี้เพราะร่างกายสามารถดูดซึมธาตุโครเมียมจากบริวเวอร์ยีสต์ได้ดีกว่าการดูดซึมจากแหล่งอาหารอื่น นอกจากนี้ โครเมียม ยังมีสรรพคุณเพื่อการรักษาผิวได้ผลดี บริวเวอร์ยีสต์ยังเป็นแหล่งที่ดีของ RNA ที่มีประสิทธิภาพในการชะลอความชราได้อีกด้วย (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2550)

การใช้เซลล์ยีสต์ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์

นานมาแล้วที่มนุษย์รู้จักใช้ยีสต์ในอาหารสัตว์ โดยมีรายงานว่า การเลี้ยงสุกรด้วยส่วนผสมของยีสต์ในอาหารจะได้ผลผลิตที่ดีขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการใช้ยีสต์กันอย่างกว้างขวาง แต่ก็ยังไม่

เข้าใจบทบาทการทำงานที่ชัดเจนแต่ปัจจุบันวิทยาการต่างๆ ได้ก้าวหน้าทำให้เราทราบบทบาทการทำงานของยีสต์ได้มากยิ่งขึ้น การใช้เซลล์ยีสต์ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์สามารถแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีขายในทางการค้าได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การใช้ในรูปแบบเซลล์ยีสต์และการใช้ในรูปแบบสารสกัดจากยีสต์ และปัจจุบันในท้องตลาดได้มีผลิตภัณฑ์เซลล์ยีสต์ออกมาใช้ในวงการปศุสัตว์ด้วยกัน 3 ชนิด คือ ยีสต์ที่ตายแล้ว (Inactive yeast), ยีสต์ที่มีชีวิต (Active yeast) และยีสต์คัลเจอร์ (Yeast culture)

เซลล์ยีสต์ (Yeast cell)

การใช้ประโยชน์จากเซลล์ยีสต์สามารถใช้ได้ใน 3 ลักษณะคือ การใช้เซลล์ยีสต์ที่มีชีวิตเป็นตัวช่วยเสริมสุขภาพของสัตว์หรือที่เราเรียกว่าเป็นสารเสริมชีวนะหรือโปรไบโอติก (Probiotic) ให้กับสัตว์เลี้ยง ซึ่งจะทำให้สัตว์แข็งแรงและมีภูมิคุ้มกันต้านโรคสูงขึ้น ด้วยการช่วยสนับสนุนจุลินทรีย์ประจำถิ่น (Normal flora) ในลำไส้ของสัตว์ เซลล์ยีสต์ที่มีชีวิตอยู่จะช่วยให้การจับกับเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในสัตว์ที่มีผนังเซลล์ที่มีความจำเพาะและความไวต่อการจับตัวกับผนังเซลล์ของยีสต์ ด้วยกลไกนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้เชื้อ *E.coli* และ *Salmonella spp.* เกาะกับผนังลำไส้ของสัตว์ได้ (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2549) ยีสต์ที่ใช้เป็นสารเสริมชีวนะหรือโปรไบโอติกจะต้องใช้ในสภาพที่ยังมีชีวิตอยู่เท่านั้น ผลิตภัณฑ์ยีสต์มีชีวิตได้คัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์ที่เฉพาะเจาะจงไม่ก่อให้เกิดโทษ แต่ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ไม่มีอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับให้ยีสต์เจริญเติบโตต่อไปได้



รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์จากยีสต์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์

ส่วนยีสต์ที่ตายแล้ว ซึ่งแยกได้จากผลผลิตสุดท้ายในกระบวนการผลิตเบียร์ ที่ไม่สามารถนำมาเข้ากระบวนการหมักได้ต่อไป แต่จะให้คุณค่าทางโภชนาจากเซลล์ยีสต์เท่านั้น (ศรีธนะชา, 2550) จึงไม่มีคุณสมบัติการเป็นสารเสริมชีวนะ แต่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในแง่การเป็นอาหารเสริม โดยมักใช้เป็นแหล่งของอาหารเสริมโปรตีนที่มีคุณภาพดี เนื่องจากมีปริมาณ โปรตีน สูงถึงร้อยละ

45–50 และยังประกอบด้วยกรดแอมิโนอิสระ วิตามินบีรวม แร่ธาตุ และกรดไขมันซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสัตว์หลายชนิด (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2549)

การใช้ประโยชน์จากเซลล์ยีสต์อีกลักษณะหนึ่งคือ ผลิตภัณฑ์ยีสต์คัลเจอร์ ตามความหมายของ AAFCO (Association of American Feed Control Official) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยเซลล์ของยีสต์และสารประกอบที่ยีสต์สร้างขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อ สารเหล่านี้รวมถึง นิวคลีโอไทด์ กรดแอมิโน เอนไซม์และสารเร่งการเจริญเติบโต จากนั้นนำมาทำให้แห้งด้วยวิธีการที่ยังคงความสามารถของกิจกรรมทางชีวภาพของยีสต์เอาไว้ นอกจากนี้ยีสต์คัลเจอร์ยังสามารถทนความร้อนในกระบวนการผลิตอาหารและทำงานได้ดีในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ด้วย (คณิงนิจ, 2540)

สารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract)

จากคุณสมบัติที่ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เซลล์ยีสต์ประกอบไปด้วยโปรตีน กรดแอมิโนที่จำเป็นและวิตามินหลากหลายชนิด ของเหลวที่สะสมในเซลล์ยีสต์จึงนับว่ามีคุณค่าที่สำคัญต่อร่างกายมนุษย์และสัตว์อย่างมาก เมื่อวิทยาการก้าวหน้าจึงมีการพัฒนากระบวนการที่จะสกัดเอาของเหลวดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ ของเหลวที่แยกสกัดได้จากเซลล์ยีสต์นี้เรียกว่า “ยีสต์สกัด” มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลอ่อนถึงเข้ม หรือเป็นผงละเอียดสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นของเนื้อ หรือคล้ายกลิ่นของปลา

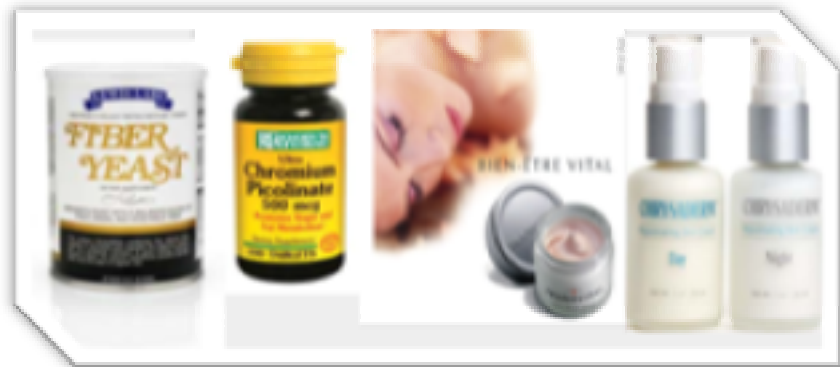
การใช้ยีสต์สกัดเติมลงในอาหารสัตว์หลายชนิด เช่น อาหารสุนัข อาหารแมว และอาหารสุกรเป็นต้น เพื่อเพิ่มความอยากบริโภคของสัตว์จากการอาศัยกลิ่นจากยีสต์สกัดที่คล้ายเนื้อสัตว์ นอกจากนี้โปรตีนและกรดแอมิโน ที่ได้จากยีสต์สกัดนั้นสามารถย่อยและดูดซึมได้ง่าย อีกทั้งยังช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน ทำให้สัตว์มีการเจริญเติบโตดี

อุตสาหกรรมการผลิตยีสต์สกัดในปัจจุบัน ส่วนมากพบในประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ภายในประเทศ เช่น เยอรมัน ญี่ปุ่น และจีน เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยมีการก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อผลิตยีสต์สกัด เป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2548 ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (สนช.) และนักวิทยาศาสตร์ชั้นนำของประเทศ โดยมีชื่อว่า บริษัทสเปเชียลตีไบโอเทค จำกัด ผลิตภัณฑ์ยีสต์สกัดที่มีชื่อทางการค้าว่า UmaminTM ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2549) โดยโรงงานมีกำลังผลิตประมาณ 4,000 ตันต่อปี

อูมามิน (Umamin) เป็นโปรตีนสกัดหรือสารสกัดจากยีสต์ (yeast extract) ที่อุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการสำคัญต่อมนุษย์ประกอบด้วยโปรตีน และวิตามินบี เป็นหลัก มีกลิ่นพิเศษเฉพาะตัวใช้สำหรับเป็นส่วนผสมที่สำคัญในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องปรุงรสชนิดต่าง ๆ เช่น ซอส

ถั่วเหลืองปรุงรส ผงปรุงรส ซีอิ๊ว และซอสญี่ปุ่น เป็นต้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นและรสชาติดีมาก ยิ่งขึ้นเพื่อทดแทนการใช้สารปรุงแต่งอื่น ๆ ที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์เช่น สาร โมโน โซเดียมกลูตาเมต (MSG) สารสกัดจากยีสต์ที่ผลิตขึ้นจากบริษัท ฯ ถือได้ว่ามีคุณภาพและมาตรฐาน สูงจนสามารถเกิดเป็นสินค้าส่งออก ที่มีมูลค่าการส่งออกสูงและยังช่วยลดการพึ่งพาการนำเข้าด้วย โดยประเทศที่ส่งออกหลักในปัจจุบันและถือเป็นพันธมิตรทางการค้าที่สำคัญของบริษัท ฯ คือ บริษัท อาซาฮี จำกัด ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งได้บริษัท มิตรชอุ่มประเทศไทยจำกัด เป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์

อีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่มุ่งเน้นผลิตคือยีสต์สกัด โดยมุ่งเน้นการนำผลิตภัณฑ์จากยีสต์จำพวก “บีต้ากลูแคน” (Beta-glucan) ซึ่งเป็นสารพอลิกลูโคสลักษณะคล้ายเส้นใยไปใช้สำหรับเป็นส่วนประกอบของอาหารเสริมเพื่อสุขภาพ นอกจากนี้ยังสามารถกระตุ้นให้ผนังเซลล์บนใบหน้าผลิต คอลลาเจนเพื่อรักษาผิวหน้า ซึ่งจะช่วยให้ผิวพรรณสวยงามขึ้นได้ (มูลนิธิคุ้มครองผู้บริโภค, 2550)



รูปที่ 3 ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมและเครื่องสำอาง

อาจกล่าวได้ว่าคุณประโยชน์ของยีสต์มีมากมายเกินกว่าที่คนทั่วไปจะทราบถึงแม้ว่าจะเป็น ยีสต์ที่เหลือทิ้งมาจากอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ ก็ยังสามารถนำมาสกัดสารสำคัญออกมาได้ ดังนั้น เราสามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้จุลินทรีย์ที่มีขนาด “จิ๋ว” อาจสร้างรายได้มหาศาลให้กับ ผู้ริเริ่มและผู้เข้าใจองค์ประกอบเป็นอย่างดี นี่แหละความมหัศจรรย์ของสิ่งทีมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น เมื่อนานวัตกรรมทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคมต่อ ประเทศชาติได้ในอนาคตอันใกล้ จึงสมควรที่จะจัดให้ยีสต์เป็น “จุลินทรีย์อุตสาหกรรม”

**อาจารย์ ดร.ชนิกานต์ กุ่มนง

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

- ชนิกานต์ กลุ่มนก. 2549. เอกสารประกอบการสอนวิชาจุลินทรีย์อุตสาหกรรม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 270 หน้า.
- คณิงนิจ ก่อธรรมฤทธิ์. 2540. การศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพและศักยภาพการผลิต การใช้และความต้องการ Probiotics ของอุตสาหกรรมอาหารสัตว์. กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. โครงการเสริมสร้างผู้ประกอบการใหม่. 2550. บทความวิชาการ เรื่อง ยีสต์ ใช้ประโยชน์ได้มากกว่าการทำเบียร์และขนมปัง. Available on [HTTP://nec.dip.go.th/know/ppp10.doc](http://nec.dip.go.th/know/ppp10.doc). (1/06/2007).
- มูลนิธิคุ้มครองผู้บริโภค. 2550. ยีสต์หมักจรรยาจริย. Available on [HTTP://www.consumerthai.org/howtoboard/view.php?id=60](http://www.consumerthai.org/howtoboard/view.php?id=60). (1/06/2007)
- ศรัณยา ดอนหงส์ไพโร. 2550. ยีสต์และชนิดของยีสต์...ประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน. Available on [HTTP://www.aipthailand.com/data_research.php?id=20&PHPSESSID=c27ecea40045ae1793d40bbe63f5b5c2](http://www.aipthailand.com/data_research.php?id=20&PHPSESSID=c27ecea40045ae1793d40bbe63f5b5c2). (1/06/2007).
- สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. 2549. ยีสต์...คุณประโยชน์ในอุตสาหกรรม. สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- AAFCO. 1992. Official Publication. Association of American Feed Control Officials Inc.
- Reed, G. and T. W. Nagodawithana. 1991. Yeast Technology (2nd ed.), Van Nostrand Reinhold, New York.
- Stone, C., Reeves, S. 2004. The use of live yeast and yeast culture products in aquaculture. *International Aquafeed*, Vol. 7:No. 5 p. 28-34..