รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

สถานที่ปฏิบัติงาน

บริษัท ไทยอมฤตบริวเวอรี่ จำกัด

ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน

วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2546 ถึงวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2546

จัดทำโดย

นางสาวปียภรณ์ เนียมสูงเนิน B 4350866

นางสาวระพีพรรณ สายแวว B 4351207

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

ในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้ จะประสบผลสำเร็จไม่ได้หากขาดความช่วยเหลือจาก เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการการควบคุมคุณภาพ ของบริษัท ไทยอมฤตบริวเวอรี่ จำกัด ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้ความรู้และคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานและการทำรายงานทางวิชาการ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่านที่ให้ความช่วยเหลือทำให้การปฏิบัติงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมถึงอาจารย์ที่คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือและเจ้าหน้าที่ในโครงการสหกิจศึกษา ทำให้ข้าพเจ้าได้มีโอกาสเรียนรู้ประสบการณ์ ในการทำงานในสถานประกอบการจริง จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ปิยภรณ์ เนียมสูงเนิน

ระพีพรรณ สายแวว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนำ

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ในระหว่างวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2546 ถึงวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2546 สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สถานที่ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา คือ บริษัท ไทยอมฤตบริวเวอรี่ จำกัด ลักษณะงานที่ได้รับมอบหมายระหว่างการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้แก การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีและทางจุลชีวะ การวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบ, การวิเคราะห์คุณภาพเบียร์บรรจุ,การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย รายงานฉบับนี้ประกอบด้วย รายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเบียร์, ระบบบำบัดน้ำที่นำมาใช้ในโรงงาน, กระบวนการผลิตเบียร์, การบรรจุเบียร์, ระบบการบำบัดน้ำเสีย,การตรวจวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบ, การตรวจวิเคราะห์คุณภาพเบียร์ที่ผลิต,การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ,การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย และการหาปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นหัวข้อที่ได้รับมอบหมายในระหว่างการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ประโยชน์จากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้ ทำให้ได้รับความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการผลิตเบียร์ การวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการและประสบการณ์ที่ไม่สามารถเรียนรู้ได้จากห้องเรียน

รายงานฉบับนี้ได้รวบรวมวิธีการในการวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่าง ๆ ของกระบวนการผลิตเบียร์ ซึ่งผู้จัดทำหวังว่ารายงานทางวิชาการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ได้อ่านไม่มากก็น้อย

ปิยภรณ์ เนียมสูงเนิน

ระพีพรรณ สายแวว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้เข้าใจถึงวัตถุดิบและกระบวนการที่ใช้ในการผลิตเบียร์
2. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเบียร
3. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์หาปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ในเบียร์
4. เพื่อให้ทราบถึงวิธีการวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบ และคุณภาพเบียร์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ประวัติความเป็นมาของบริษัท ไทยอมฤตบริวเวอรี่ จำกัด	1
ประวัติเบียร์	2
วัตถุดิบหลักในการผลิตเบียร์	4
การบำบัดน้ำสำหรับการผลิตเบียร์	10
กระบวนการต้มเบียร์ (Brewing process)	15
กระบวนการหมัก (Fermentation)	26
กระบวนการกรองเบียร์ (Filtration)	27
กระบวนการบรรจุเบียร์	28
ระบบบำบัดน้ำทิ้ง (Wasetwater system)	30
การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	40
การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีวะ	44
การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ	54
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	63
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสีย	70
การตรวจสอบคุณภาพการบรรจุเบียร์	79
การหาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	84

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตารางและรูปภาพ

เรื่อง	หน้า
ตารางแสดงการตรวจสอบคุณภาพของมอลต์	5
ตารางแสดงการตรวจสอบคุณภาพของน้ำ	11
ตารางแสดงการตรวจสอบคุณภาพของปลายข้าว	14
ตารางแสดงการตรวจสอบคุณภาพของระบบบำบัดน้ำทิ้ง	38
ตารางแสดงจุดที่เก็บตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลชีวะ	51
ตารางแสดงแผนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	65
ภาพแสดงกระบวนการต้มเบียร์	
- WATER PLANT	12
- MALT TRANSPORT	17
- MALT/RICE TRANSPORT	18
- MASCH TUN, RICE COOKER	19
- LAUTER TUN	20
- WORT KETTLE	21
- WHIRL POOL	22
CIP PLANT	23
WORT PRERUN TANK	25
ภาพแสดงถังหมัก	26
ภาพแสดงกระบวนการล้างขวดก่อนการบรรจุ	29
ภาพแสดงระบบบำบัดน้ำเสีย	32
ภาพแสดง Zahm - Nagel apparatus	85
ภาพแสดง Apparatus for the volumetric estrimation of CO_2(after lefebure and Gerard)	86
ภาพแสดง Correction factor for converting Moist to Anhydrous CO_2 at $0^{\circ}C$ 760 mm Hg	87
ภาพแสดง Acidimeter	88
ภาพแสดง Apparatus for the estimate of CO_2 and air in bottled beer(after Gray)	89
ภาพแสดง Nomogram for calculating CO_2 content of bottled beer	90

ภาคผนวก

ตัวอย่างใบควบคุมคุณภาพต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตเบียร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติความเป็นมาของบริษัท ไทยอมฤตบริวเวอรี่ จำกัด

ในสมัยที่ ฯ พณ ฯ จอมพลสฤษดิ์ ธนะรัชต์ เป็นนายกรัฐมนตรี ได้มีนโยบายเร่งรัดพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศเพื่อให้ประชาชนกินดีอยู่ดี โดยการส่งเสริมอุตสาหกรรมภายในประเทศ จึงเป็นผลให้เกิดกิจการอุตสาหกรรมต่าง ๆ ภายในประเทศเป็นอันมาก รวมทั้งอุตสาหกรรมผลิตเบียร์ ทั้งนี้เนื่องจากเบียร์ที่ผลิตในประเทศ

ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค จึงยังต้องสั่งเบียร์เข้ามาจากต่างประเทศ ทำให้เสียเงินตราไปปีละหลายล้านบาท

บริษัท บางกอกเบียร์ จำกัด จึงได้ก่อกำเนิดขึ้นเมื่อวันที่ 22 ธันวาคม 2501 ต่อมามีการสำรวจหาทำเลที่เหมาะสม ในที่สุดก็พบว่า ที่ตำบล บางโพ เป็นแหล่งน้ำบาดาลที่สะอาดบริสุทธิ์เหมาะอย่างยิ่งที่จะมาผลิตเบียร์ โซดาและเครื่องดื่มต่าง ๆ ทั้งยังสะดวกในการขนส่งทั้งทางน้ำและทางบก จึงได้เริ่มก่อสร้างโรงงานและติดตั้งเครื่องจักร จนกระทั่งวันที่ 6 กันยายน 2506 ฯพณฯ จอมพลสฤษดิ์ ธนะรัชต์ได้มาเป็นประธานในพิธีเปิดโรงงานผลิตเบียร์ และโซดาตั้งแต่นั้นมา ต่อมาวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2509 ได้มีการจดทะเบียนเปลี่ยนชื่อจาก " บริษัท บางกอกเบียร์ จำกัด " เป็น " บริษัท ไทยอมฤตบริวเวอรี่ จำกัด " และได้ทำพิธีเปิดป้ายเมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2509 โดย ฯพณฯ นายเสริม วินิจฉัยกุล รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังในขณะนั้นเป็นประธานในพิธี

ปัจจุบันนี้บริษัท ไทยอมฤตบริวเวอรี่ จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 89 หมู่ 2 ถนนติวานนท์ ตำบล บ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000 บริษัทได้ทำการผลิตเบียร์เพียงอย่างเดียวแต่หลายยี่ห้อ จำหน่ายภายในประเทศและต่างประเทศ โดยมีผู้ถือหุ้นเป็นคนไทยทั้งหมด

จุดขายของเบียร์ คือ รสชาติที่นุ่ม บริสุทธิ์ ซึ่งเป็นสูตรของเบียร์เยอรมัน และที่สำคัญคือ การกลั่นกรองจากธรรมชาติที่ไม่มีสารเคมีเจือปน

เกียรติประวัติด้านการผลิตเบียร์ของบริษัท ไทยอมฤตบริวเวอรี่ จำกัด

เนื่องในงานมหกรรมเบียร์โลก " บริวเอ็กซ์ 72 " (INTERNATIONAL BREWING, BOTTLING AND ALLIED EXHIBITION 72) ได้จัดขึ้น ณ EARLS COURT กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ ในระหว่างวันที่ 17 ถึงวันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2515

ได้จัดมีการแข่งขันประกวดรสชาติเบียร์ และคุณภาพจากเบียร์ที่ผลิตขึ้นจากชาติต่าง ๆ ทั่วโลก จากผลการดำเนินการของคณะกรรมการ ได้ติดต่อกันมากว่ากึ่งศตวรรษ ประกอบกับ ความเคร่งครัดเที่ยงตรง อันเป็นลักษณะอุปนิสัยของชาวอังกฤษ เป็นผลให้งานมหกรรมการประกวดคุณภาพและรสชาติของบริวเอ็กซ์ เป็นสถานันการประกวดเบียร์โลกที่มีผู้เชื่อถือ รับรองกันมากที่สุด

บริษัท ไทยอมฤตบริวเวอรี่ จำกัด ได้ส่งเบียร์อมฤตเข้าประกวดในงานมหกรรมเบียร์โลกดังกล่าวข้างต้น ซึ่งมีบริษัทผู้ผลิตเบียร์จากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกได้ส่งผลิตภัณฑ์เบียร์ของตนเข้าประกวดจำนวนทั้งสิ้น 153 ราย อาทิเช่น สเปน, เยอรมันนี, แคนาดา,บราซิล ,นิวซีแลนด์, สหรัฐอเมริกา, แอฟริกา, ฝรั่งเศส, ยูโกสลาเวีย, อินเดีย, ปอร์ตุเกต, ซีลอน, อังกฤษ รวมทั้งบริษัทเบียร์ทั้งหมดในประเทศไทย

ผลการประกวดคณะกรรมการวิจัยและตัดสินใจ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องเบียร์ โดยเฉพาะได้ทำการชิมรสชาติตลอดจนทดสอบคุณภาพเบียร์จากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก จำนวนทั้งสิ้น 153 ราย โดยที่เบียร์ทั้งหมดจะถูกปิดตราหรือแหล่งที่มา ผลการตัดสินคือ คณะกรรมการลงมติเป็นเอกฉันท์ให้เบียร์อมฤตของบริษัท ไทยอมฤตบริวเวอรี่ จำกัด แห่งประเทศไทย ได้รับรางวัลชนะเลิศทั้งหมดทุกสาขาทุกประเภท ที่เข้าแข่งขัน นับตั้งแต่เกรดที่มีดีกรีต่ำ ดีกรีปานกลาง ดีกรีสูง จนถึงคะแนนรวมของเบียร์ที่มีรส และคุณภาพยอดเยี่ยมของโลกในงานมหกรรมเบียร์ บริวเอกซ์ 72

ประวัติเบียร์

เบียร์เป็นเครื่องดื่มชนิดแรกของโลกที่มีแอลกอฮอล์ผสมอยู่ด้วย ประวัติศาสตร์กล่าวไว้ว่า ชนชาติบาบิโลเนียเป็นผู้คิดค้นขึ้นและผลิตขึ้นในยุคก่อนคริสต์กาลประมาณ 6000 ปี และในราว 4000 ปี ก่อนคริสต์กาลจึงได้เริ่มใช้ข้าวบาร์เลย์เป็นวัตถุดิบ ต่อมาเมื่อประมาณ 1000 ปี ก่อนคริสต์กาล จึงได้ใช้พืชชนิดหนึ่งที่เรียกว่า ฮ็อปส์ ผสมลงไปด้วยเพื่อรักษาคุณภาพของเบียร์ให้เก็บไว้ได้นาน พร้อมทั้งมีกลิ่นหอมและรสขม ในสมัยกษัตริย์ฟาโรห์ ยุคที่อียิปต์กำลังรุ่งเรืองอยู่นั้น ถือว่าเบียร์เป็นเครื่องดื่มสำคัญควบคู่ไปกับอาหารประจำวัน บุคคลที่ต้องทำงานหนักในสมัยนั้นได้รับอาหารวันละ 4 มื้อ คือ ขนมปังกับเบียร์มื้อละ 2 เหยือก เด็ก ๆ ที่ไปโรงเรียนผู้ปกครองจะจัดเบียร์ใส่ภาชนะให้ติดตัวไปดื่มแทนน้ำที่โรงเรียน

ต่อมาพวก กรีกและโรมัน ได้เรียนรู้วิธีการทำเบียร์สืบต่อจากพวกอียิปต์โบราณและในประเทศจีนสมัยเมื่อเกือบ 3000 ปี ก่อนคริสต์กาลก็ปรากฏว่า มีเครื่องดื่มชนิดหนึ่งคล้ายกับเบียร์ วิวัฒนาการของเบียร์มีติดต่อสืบเนื่องมาจนกระทั่งในสมัยกลางประวัติศาสตร์ยุโรป การทำเบียร์ส่วนใหญ่อยู่ในมือของพวกบาทหลวง โดยบาทหลวงในสมัยนั้นนอกจากจะทำหน้าที่เป็นนักบวชแล้วยังทำการค้าอีกด้วย จึงทำให้มีโรงต้มเบียร์อยู่เกือบทุกวัด ครั้นต่อมาพวกบาทหลวงได้เลิกกิจการทำเบียร์ แต่การทำเบียร์มิได้เลิกหายไป ตรงกันข้ามการทำเบียร์กลับเจริญเติบโตขึ้น มีประชาชนนิยมผลิตและดื่มมากขึ้นจนกลายเป็นอุตสาหกรรมใหญ่โต โดยเฉพาะชาวอังกฤษ เบียร์นับเป็นเครื่องดื่มสำคัญไม่ว่าจะมีงานใด ๆ ก็ตามจะมีการนำเบียร์มาเลี้ยงฉลองกัน

เบียร์ในสมัยนั้นมีความเข้มข้นกว่าเบียร์ปัจจุบันและมีแอลกอฮอล์สูงกว่า จึงนับได้ว่าเมื่อหลายร้อยปีมาแล้ว เบียร์เป็นเครื่องดื่มที่ควบคู่กับอาหารประจำวันของชาวยุโรปเพราะในสมัยโบราณน้ำที่ใช้ดื่มไม่สู้จะสะอาดนัก ประชาชนจึงนิยมดื่มเบียร์เพราะมีความปลอดภัยมากกว่า การทำเบียร์จึงแพร่หลายไปยังหลายประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก พวกฝรั่งนักล่าเมืองขึ้นนิยมดื่มเบียร์จนเคยชิน เมื่อไปประเทศใดก็ไปตั้งโรงเบียร์ขึ้น แม้แต่อดีตประธานาธิบดีคนแรกของสหรัฐ คือ ยอร์จ วอชิงตัน ก็มีสูตรการทำเบียร์ของท่านเองซึ่งมีประชาชนนิยมมากในสมัยนั้น และมีผู้ทำเลียนแบบอย่างแพร่หลาย สมัยสมบูรณาญาสิทธิราชของยุโรป ถือกันว่าทุกราชวงศ์และบรรดาครอบครัวชนชั้นสูงที่เป็นเจ้าของที่ดินจะต้องมีโรงเบียร์ของตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งชนชาติเยอรมันได้ชื่อว่าเป็นชาติที่เชี่ยวชาญการผลิตเบียร์มากที่สุดในโลก ตลอดจนกระทั่งกรรมวิธีการผลิตเบียร์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการผลิตเบียร์บรรพบุรุษของชาวเยอรมันเป็นผู้คิดค้นขึ้น และวิวัฒนาการเรื่อยมา ชาวเยอรมันจึงได้ชื่อว่าเป็นชนชาติที่เชี่ยวชาญการผลิตเบียร์ และปัจจุบันนี้เบียร์เยอรมันก็ได้ชื่อว่า เป็นเบียร์รสเลิศที่สุดในโลกด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ธรรมชาติของเบียร์

เบียร์เป็นเครื่องดื่มที่มีแอลกอออล์ และสารอาหารอยู่หลายชนิด เช่น กลุ่มของวิตามินบี, วิตามินซี, พวกโปรตีนและอื่นๆ อีกมากมายหลายชนิดดังนั้นเบียร์จึงมีอายุการเก็บดังที่กล่าวมาแล้ว

เบียร์เป็นเครื่องดื่มที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงทำให้เบียร์มีรสซ่า และเมื่อรินใส่ภาชนะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะดันสารพวกโปรตีนและสารจากฮ็อปส์ให้ขึ้นไปจับตัวกันเป็นฟองที่ผิวของเบียร์ การมีฟองพรายทำให้รู้สึกว่าเบียร์นั้นมีชีวิตชีวา

ปริมาณแอลกอฮอล์ในเบียร์แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับเหล้าที่ผสมบางๆ เบียร์จะมีคุณประโยชน์มากกว่า

ลักษณะของเบียร์ที่ดี

เบียร์ที่ดีต้องใสสะอาดปราศจากสิ่งแปลกปลอมหรือสารแขวนลอย เมื่ออยู่ในภาชนะจะเห็นว่าแก้วจะเห็นว่ามีฟองขาวสะอาดและละเอียดคล้ายครีมฟอง และจะคงสภาพอยู่ได้ระยะหนึ่งก่อนจะยุบตัว เมื่อดมจะได้กลิ่นหอมสดชื่นชวนดื่ม แต่เบียร์บางชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไป เช่น สีของเบียร์ STOUT จะมีสีดำ

เกร็ดความรู้ต่างๆที่เกี่ยวกับเบียร์

ภาชนะที่ใส่เบียร์ ควรเป็นภาชนะสำหรับใส่เบียร์ เช่น แก้วหรือเหยือกที่มีหูจับ และที่สำคัญอย่างยิ่งก็คือ ภาชนะจะต้องสะอาดปราศจากไขมัน ซึ่งจะทำให้เบียร์นั้นไม่มีฟอง

อุณหภูมิของเบียร์ อุณหภูมิของเบียร์ที่ดื่มนั้นแตกต่างกันออกไป อุณหภูมิที่พอเหมาะคืออุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้ได้กลิ่นและรสของเบียร์ที่แท้จริง สำหรับประเทศไทยที่เป็นเมืองร้อนมักนิยมดื่มเบียร์ที่เย็นจัด แต่อย่างไรก็ตามอย่าแช่เบียร์จะกระทั่งรินออกจากขวดแล้วเป็นเกล็ดน้ำแข็ง เพราะเบียร์ที่เย็นจัดจะไม่มีฟองและขุ่นไม่น่าดื่ม ทำให้ผู้ดื่มไม่ได้รับความสำราญจากกลิ่นและรสชาติที่แท้จริงของเบียร์นั้นอีกด้วย

การเก็บเบียร์ เนื่องจากเบียร์มีสารอาหารอยู่หลายชนิดเช่น โปรตีน วิตามิน และอื่นๆ ดังนั้นจึงทำให้เบียร์มีอายุในการเก็บรักษา ถ้าเก็บนานอาจทำให้เบียร์มีคุณภาพด้อยลงกว่าเดิม โดยทั่วไปควรจะบริโภคภายใน 2-3 เดือน บางโรงงานอาจใช้สารเคมีเพื่อยืดอายุในการเก็บได้นานถึง 6 เดือนหรือ 1 ปี โดยทั่วไปจะเก็บเบียร์ไม่ให้โดยความร้อนหรือแสงอาทิตย์มากนัก เนื่องจากถ้าถูกความร้อนนานๆ จะทำให้สารบางตัวในเบียร์เปลี่ยนสภาพ ส่วนแสงอาทิตย์ที่มีรังสี ULTRAVIOLET จะเร่งปฏิกิริยาในน้ำเบียร์ทำให้เสื่อมคุณภาพได้เช่นกัน วิธีที่ดีที่สุดคือเก็บไว้ในที่เย็นและที่มืด นอกจากนี้การแช่น้ำเบียร์จนเป็นน้ำแข็งจะทำให้สารบางตัว เช่น โปรตีน แยกตัวออกจากน้ำเบียร์และไม่ละลายกลับไปได้อีกเมื่อหายจากการเป็นน้ำแข็ง ส่วนเบียร์ที่เปิดขวดแล้วไม่ควรจะเก็บไว้ ควรดื่มให้หมดในคราวเดียวเพราะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะระเหยไปทำให้ไม่มีรสซ่าเท่าที่ควร

การรินเบียร์ การรินเบียร์ที่ดีควรจะเอียงแก้วหรือเหยือก แล้วรินเบียร์ให้ไหลช้าๆ ลงตามข้างแก้วจนกระทั่งสูงประมาณ 3 นิ้ว รินต่อไปให้เต็มแก้ว ซึ่งจะทำให้ฟองหนาประมาณ 2 นิ้ว โดยวิธีนี้จะทำให้แก๊ซในเบียร์ไม่หนีออกไปมากและทำให้ฟองน่าดื่ม

ประโยชน์จากการดื่มเบียร์ คือให้คุณค่าทางอาหาร เนื่องจากในเบียร์มีสารอาหารหลายชนิดเช่น

PROTEIN 1 กรัม	ให้พลังงาน	4.0	กิโลแคลอลี่
ALCOHOL 1 กรัม	ให้พลังงาน	7.1	กิโลแคลลอลี่
เบียร์ 1 ลิตร	ให้พลังงาน	300	กิโลแคลลอลี

วัตถุดิบหลักในการผลิตเบียร์

1. มอลต์ (malt)
2. ดอกฮอฟ (Hops)
3. ยีสต์ (Yeast)
4. น้ำ (Water)

มอลต์ (Malt)

มอลต์เป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญมากในการทำเบียร์ มอลต์ คือข้าวบาร์เลย์ที่ถูกทำให้งอกโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการผลิตเอนไซม์ เพื่อใช้ในกระบวนการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลก่อนที่ยีสต์จะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ต่อไป ซึ่งกระบวนการในการทำมอลต์ แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. Steeping

นำข้าวบาร์เลย์มาแช่น้ำที่อุณหภูมิประมาณ 35 ^{o}C จนเมล็ดข้าวบาร์เลย์มีความชื้นประมาณ 42 – 48 % เพื่อให้ข้าวบาร์เลย์เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเมล็ด

2. Germination

เป็นขั้นตอนการงอกของเมล็ด โดยจะมีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นให้มีความเหมาะสมต่อการงอก เก็บไว้ในที่มืด อุณหภูมิ 12 – 15 ^{o}C ในกระบวนการ Germination นี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเมล็ดคือ จะทำให้มีปริมาณของ Hydrolytic เอนไซม์เพิ่มมากขึ้น

3. Kilning

เป็นกระบวนการในการหยุดการงอกของข้าวบาร์เลย์ โดยการทำให้แห้ง ใช้ลมร้อนเป่าผ่านเข้าไป เพื่อทำให้ง่ายต่อการแยกเอารากออกจากมอลต์ เมื่อทำการแยกรากออกแล้ว มอลต์จะถูกส่งไปเก็บยัง silo มอลต์จะมีความชื้นประมาณ 3 – 5 ^{o}C ในกระบวนการ kilning จะเป็นการเพิ่มสี กลิ่น และ รสชาติของมอลต์ เนื่องจากในการ kilning จะทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลกับกรดอะมิโน จะทำให้เกิด melanoidin โดยปฏิกิริยานี้จะเกี่ยวข้องกับ Maillard reaction และ Amadori rearrangment ของน้ำตาลและกรดอะมิโน ทำให้เกิดการ Polymerization คล้ายกับการเกิด Caramel ทำให้เกิดกลิ่นรส และสีขึ้น จากปฏิกิริยาดังกล่าวจึงทำให้มอลต์มีปริมาณของ Amino acid และ Reducing sugar ลดลง แต่จะมีปริมาณของ Sucrose เพิ่มมากขึ้น

การเตรียมมอลต์ก่อนการต้มเบียร์

ทางโรงงานจะมีการรับมอลต์เข้ามา จากนั้นมอลต์จะถูกส่งเข้าไปเก็บยัง Silo ลักษณะของ Silo ที่เก็บมอลต์มีผนังเรียบ บริเวณด้านล่างของ Silo มีลักษณะคล้ายกรวย มีฝาปิดเปิดสำหรับให้มอลต์ไหลออกได้ ภายใน Silo จะมีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น เพื่อป้องกันแมลง และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของมอลต์ ก่อนการนำมอลต์ไปบดจะมีการแยกเอาเศษหิน ดิน หรือโลหะออกก่อน โดยการใช้ตะแกรงร่อน ใช้ลมเป่าเอาเศษฝุ่นออกจากนั้นจึงนำมอลต์ไปบด

กระบวนการในการบดมอลต์

Spray น้ำอุณหภูมิ 35 ^{o}C ลงในมอลต์ทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที ทำให้มอลต์มีความชื้น 28 – 30 % การ Spray น้ำทำให้เปลือกของมอลต์กับส่วนที่เป็นแป้งหลุดออกจากกัน เทน้ำที่ทำการ spray ใส่มอลต์ทิ้ง บดมอลต์ที่ผ่านการ Spray น้ำแล้วแยกเอามอลต์ที่บดได้ออกมา โดยจะมีส่วนของเปลือกมอลต์ติดอยู่บ้าง ซึ่งจะเปลือกของมอลต์ที่ติดมาจะช่วยให้เวลากรองสามารถกรองได้เร็วขึ้น

การตรวจสอบคุณภาพของมอลต์

Item Test	Malt Specification	Sample
Moisture content	% max 4.5	
Extract fine Grind (on sample)	%	
Extract fine Grind (dry basis)	% min 80.0	
Extract coarse Grind (on sample)	%	
Extract coarse Grind (dry basis)	%	
Fine – Coarse Difference	% max 1.5	
Rate of filtration	Hrs. max 2.0	
Saccharification time	Minutes max 10	
Odour of Congress Mash	Normal	
Colour of Congress Wort	EBC. 3.5 – 4.0	
Colour of boil Wort	EBC	
Clarity of wort	EBC clear	
pH of Congress Wort	5.7 – 6.0	
Viscosity	MPas 1.5 – 1.6	
Relative Extract at 45 C (Hartong)	% min 39.0	
Total nitrogen (dry basis)	%	
Protein content (dry basis)	% 10.8 – 11.2	
Soluble nitrogen (dry basis)	Mg / 100g min 650	
Soluble Protein (dry basis)	%	
Kolbach in dex	42 - 45	
FAN (dry basis)	Mg / 100 g min 160	
Beta – Glucane of malt (dry basis)	Mg/100 g max 130	
Diastatic Power (dry basis)	WK – Units min 270	
Friability mealiness	% min 80	
Friability glassiness(> 2.2 mm)	% max 2.0	
Fribility glassiness (> 2.5 mm)	% max 80	
Nitrosamine (NDMA)	ppb Max 2.5	
DMS – Precurson by GC	ppm max 6.0	
Fermentability	% min 81	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Hops

Hops เป็นวัตถุดิบที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ที่จะต้องเติมลงในกระบวนการผลิตเบียร์ Hops ที่นิยมใช้ในการผลิตเบียร์ คือ *Humulus Lupulus L.* Hops จะมีทั้ง Hops ตัวเมียและตัวผู้ แต่ในกระบวนการผลิตเบียร์นี้จะใช้ Hops ตัวเมียเท่านั้น เนื่องจาก Hops ตัวเมียจะให้ความขมได้ดีกว่า Hops ตัวผู้ Hops ที่ทางโรงงานรับเข้ามาจะมีทั้งแบบผงและเป็นเม็ด Hops จะเป็นส่วนผสมที่ทำให้เกิดความขมขึ้นในเบียร์ เพราะใน Hops จะมี α-acid เช่น Humulone และ β-acid เช่น Lupulone ซึ่งทั้งสองชนิดจะมีอยู่ในเรซินของ Hops นอกจากนี้ใน Hops ยังมี Essential oil ที่ทำให้เกิดกลิ่นอีกด้วย

เมื่อนำ Hops ลงต้มผสมกับ Wort ประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง เรซินจะละลายใน Wort α-acid และ β-acid จะเกิด Isomerization โดยการเร่งของ Calcium หรือ Magnesium ions ที่มีอยู่ การเกิด Isomerization จะเกิดที่อุณหภูมิประมาณ 70 $^{\circ}$C จะทำให้เกิดรสขมขึ้น เมื่อต้มนานประมาณ 2 ชั่วโมง essential oil จะเริ่มสูญเสียไป จึงทำให้เกิดกลิ่นของ Hops ในเบียร์ นอกจากนี้เรซินของ Hops ยังมีผลต่อความคงตัวของเบียร์ และช่วยยืดอายุการเก็บของเบียร์ด้วย เนื่องจาก Hops สามารถที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้

ยีสต์ (Yeast)

ในกระบวนการผลิตจะต้องมีการเติมยีสต์ลงไปเพื่อให้เกิดการหมัก (Fermentation)โดยยีสต์จะทำหน้าที่ ในการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ ยีสต์ที่ให้ในกระบวนการหมักเบียร์ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. Top Fermentative Yeast (หลังจากกระบวนการหมักเสร็จสิ้นแล้ว ยีสต์จะลอยขึ้นสู่ด้านบนของถังหมัก)
2. Bottom Fermentative Yeast (หลังจากกระบวนการหมักเสร็จสิ้นแล้ว ยีสต์จะเกาะตัวกันตกลงสู่ด้านล่างของถังหมัก)

ยีสต์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตในโรงงาน คือ Bottom Yeast โดยยีสต์ที่รับเข้ามาเป็นยีสต์ผง โดยจะนำมาทำ Propagation เพื่อเพิ่มจำนวนของยีสต์ให้ยีสต์มีปริมาณที่ต้องการในกระบวนการหมักแต่ละครั้ง โดยจะทำการขยาย Scale ตั้งแต่หลอดทดลองขนาดเล็ก จนเป็นถังขนาดใหญ่ การเติมยีสต์ลงในถังหมักจะมีการเติมอย่างช้า ๆ เพื่อให้เบียร์เกิดกลิ่นได้ดี ถ้าใส่ยีสต์ลงไปอย่างรวดเร็วยีสต์จะเกิด Autolysis ยีสต์ต้องการออกซิเจนในการหมัก ดังนั้นจึงต้องมีการเติมอากาศในระหว่างกระบวนการหมักโดยจะเติมระหว่างกระบวนการ Wort cooling และที่ด้านบนของถังหมัก หลังจากเติมยีสต์แล้วยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และ คาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อกระบวนการหมักเสร็จสิ้นจะมีการเก็บเกี่ยวยีสต์กลับไปใช้ใหม่ในการหมักครั้งต่อไป โดยยีสต์ 1 Propagation สามารถนำไปใช้ในการหมักได้ถึง 12 Generation ยีสต์ที่ใช้ในการหมักจนครบ 12 Generation แล้วจะนำไปเป็นอาหารสัตว์

น้ำ

น้ำมีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการผลิตเบียร์ คุณภาพของเบียร์ที่ได้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการผลิต ในการเลือกแหล่งน้ำมาใช้ในการผลิตต้องมีการตรวจสอบหาองค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในน้ำ เช่น ไอออนต่าง ๆ, ความกระด้างของน้ำ เมื่อเลือกแหล่งน้ำแล้วจะต้องมีวิธีการในการบำบัดน้ำก่อนที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิต เนื่องจากองค์ประกอบที่มีอยู่ในน้ำจะส่งผลต่อกระบวนการต้ม การสกัดความขมจากฮอฟ การหมักของยีสต์และคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้ด้วย

ผลกระทบของไอออนที่มีอยู่ในน้ำต่อคุณภาพของเบียร์

ไอออน	ผลกระทบต่อคุณภาพของเบียร์
H^+or OH^-	จะเป็นตัวกำหนด pH ของน้ำ มีความสำคัญในขั้นตอนของการต้มเบียร์
Ca^{2+}	ในระหว่างการต้มเบียร์จะทำให้ฟอสเฟตใน wort ตกตะกอนทำให้ pH ลดลง ทำให้ α-amylase คงตัว ลดความขุ่นของเบียร์และลดความเข้มของสีน้ำเบียร์ ช่วยในการจับตัวกันของยีสต์ตกลงสู่ก้นถัง
Mg^{2+}	มีผลกระทบต่อกลิ่นรสของเบียร์และ wort น้อยมีความสำคัญในการเป็นโคแฟกเตอร์ของเอนไซม์ ให้ความขมที่ไม่ต้องการในเบียร์
Na^+	ทำให้เบียร์มีรสเปรี้ยวและเค็ม โดยจะอยู่ในรูปของ NaCl
K^+	ทำให้เบียร์มีรสชาติเค็ม แต่ถ้ามีปริมาณมากกว่า 10 มก/ล จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และทำให้เบียร์เสียเร็วขึ้น
Fe^{2+} or Fe^{3+}	ถ้ามีความเข้มข้นสูงจะเร่งการเกิดออกซิเดชั่นในเบียร์ ทำให้เบียร์เกิดความขุ่น จะต้องมีการกำจัดออกจากน้ำก่อนการต้มเบียร์ โดยการเติม ออกซิเจนให้เปลี่ยนเป็น Ferric hydroxide แล้วจึงกรองผ่านทราย
Mn^{2+}	พบในมอลต์มีปริมาณเล็กน้อย มีความสำคัญต่อการทำงานของเอนไซม์ในยีสต์
Pb^{2+},Sn^{2+},Ti^{2+}	ทำให้เกิดความขุ่น ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์
Cu^{2+}	ทำให้ยีสต์เกิดการกลายพันธุ์ เร่งปฏิกิริยาการเกิดความขุ่นในเบียร์
Zn^{2+}	ที่ความเข้มข้นสูงเป็นพิษต่อยีสต์ แต่ที่ความเข้มข้น 0.1 – 0.2 มก/ล จะเร่งการทำงานของยีส์ต์จะเติมลงใน Wort ในรูปของ $ZnCl_2$
HCO_3^-	มีผลต่อ pH ของน้ำต้มเบียร์และรสชาติของเบียร์ที่ได้
SO_4^{2-}	ทำให้เบียร์เกิดความขมมาก เป็นแหล่งของ SO_2และ H_2S ระหว่างกระบวนการหมัก
Cl^-	ทำให้เบียร์มีรสชาติที่นุ่มนวล มีความใสคงตัว

การบำบัดน้ำเพื่อใช้ในการผลิตเบียร์

น้ำที่ใช้ในโรงงานเป็นน้ำที่ได้จากบ่อบาดาล น้ำที่สูบขึ้นมาจะมีค่าความกระด้างอยู่ค่าหนึ่ง และมีองค์ประกอบต่างๆ เช่น

Cation – H^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, Fe^{3+}, Al^{3+}, Mn^{2+}, $(NH_4)^+$

Anion - OH^-, HCO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-, SiO_3^{2-}, NO_3^-, NO_2^-

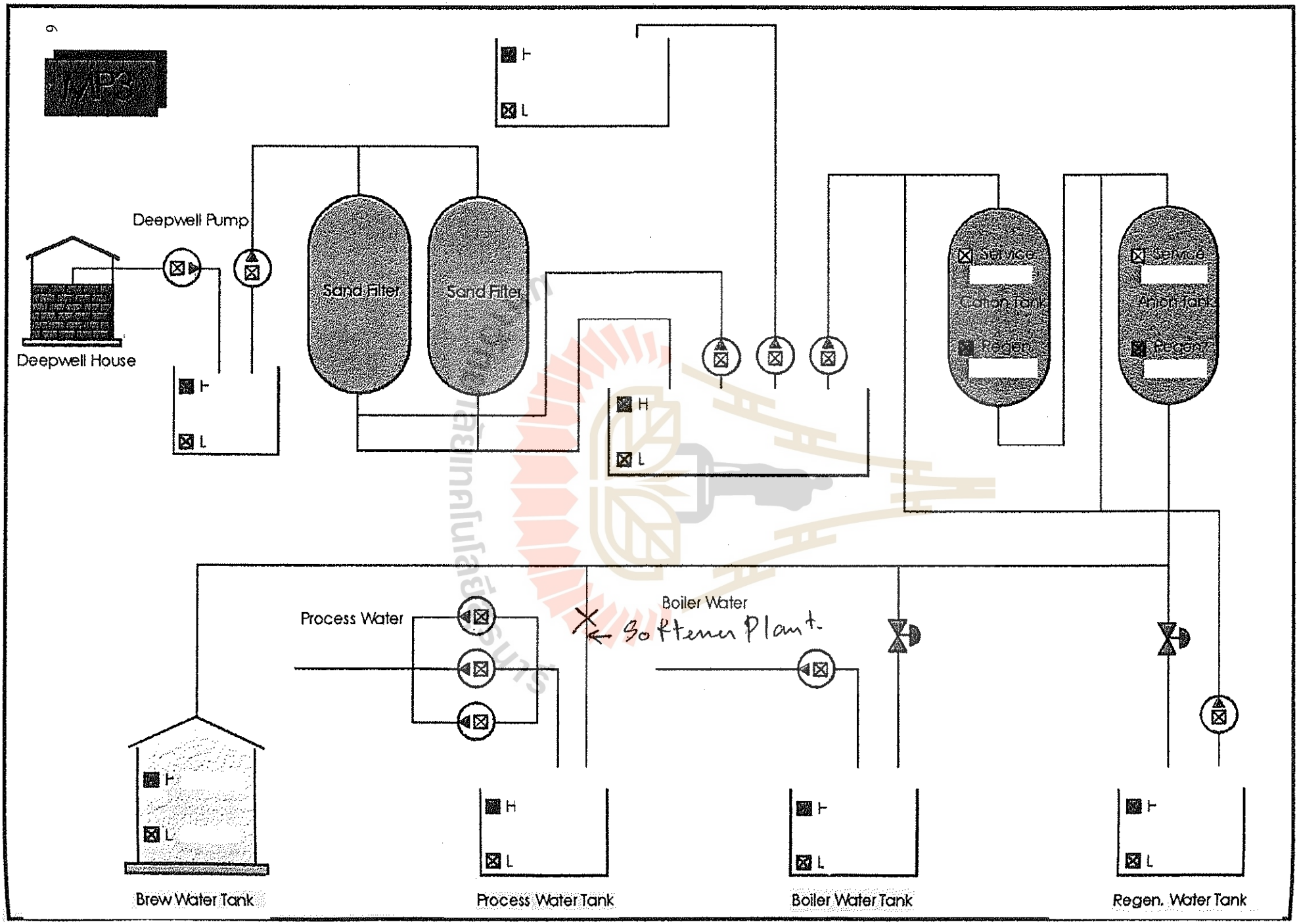
ซึ่งสามารถแบ่งน้ำออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. น้ำกระด้างชั่วคราว (Temporary hardness) หรือความกระด้างคาร์บอเนต (Carbonate hardness) เกิดจากพวกคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต เช่น $Ca(HCO_3)_2$, $CaCO_3$, $Mg(HCO_3)_2$ และ $MgCO_3$ ซึ่งสามารถทำให้อ่อนได้ด้วยการต้ม
2. น้ำกระด้างถาวร (Permanent hardness) เกิดจากสารซัลเฟตและคลอไรด์ในน้ำ เช่น $CaSO_4$, $CaCl_2$, $MgSO_4$ และ $MgCl_2$ ไม่สามารถแก้ไขได้โดยการต้ม ต้องใช้วิธีทางเคมี

ในการนำน้ำมาใช้ในการผลิตเบียร์ต้องลดความกระด้างของน้ำลง และกำจัดไอออนหรือสารประกอบอื่นที่ไม่ต้องการออก เพื่อให้น้ำมีความเหมาะสมต่อการผลิตเบียร์ และเป็นน้ำใช้ในโรงงาน น้ำใช้ในโรงงานแบ่งออกเป็น

1. น้ำต้มเบียร์ (Brewing water)
2. น้ำใช้ในโรงบรรจุ (Process water)
3. น้ำใช้ทั่วไปในโรงงาน (Service water)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี


Deepwell Pump
Deepwell House
Sand Filter
Sand Filter
Service
Cation Tank
Regen.
Service
Anion Tank
Regen.
H
L
Process Water
Boiler Water
Softener Plant
Brew Water Tank
Process Water Tank
Boiler Water Tank
Regen. Water Tank

การบำบัดน้ำ

บ่อบาดาล น้ำที่สูบขึ้นจากบ่อบาดาล จะต้องตรวจสอบปริมาณคลอรีนเป็นกรณีพิเศษ เพราะมีผลต่อท่อสแตนเลสที่ใช้ในโรงเบียร์ น้ำที่สูบขึ้นมาจะถูกพักไว้ที่บ่อพักน้ำ

ถังกรองทราย น้ำจากบ่อพักน้ำจะมีการเติมอากาศ เพื่อให้อากาศจับกับ Fe^{2+} แล้วเปลี่ยนเป็น FeO_2 หรือสนิมเหล็ก ทำให้เกิดเป็นตะกอนสามารถกรองออกได้ง่าย จากนั้นจึงเข้าสู่ถังกรองทราย เพื่อกรองตะกอนออก

บ่อพักน้ำหลังกรอง (service) น้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะเข้าสู่บ่อพักน้ำหลังกรอง (service) มีการเติม NaOCl 10% ให้มีคลอรีนในน้ำประมาณ 0.2 – 0.3 ppm ใช้เป็นน้ำ service และน้ำอีกส่วนจะผ่าน Demineral ได้แก่ถัง Cation และ Anion เติมปูนขาวเพื่อปรับ pH ให้ได้ประมาณ 5.5 นำน้ำไปเก็บไว้ที่ถัง 35 °C ใช้เป็น Brewing water น้ำในถังพักจะมีความกระด้างสูง ซึ่งจะทำให้เกิดตะกรัน การผ่าน Demineral จะดึงเอาพวก hardness ออก

ถัง Cation จะใช้เรซินดึงเอาประจุบวกออก และจะใช้ 9–10% HCl เพื่อล้างเรซิน เป็นการเติมไฮโดรเจนเข้าไปแทนที่

ถัง Anion จะใช้เรซินดึงเอาประจุลบออก และใช้ 14% NaOH ล้างเรซิน เป็นการเติมออกซิเจนให้กับเรซิน แบ่งเป็น

1. Week anion สามารถดึงพวกประจุได้ทุกตัว ยกเว้น Si กับ CO_2
2. Strong anion สามารถดึงพวกประได้หมดทุกตัว

ในการต้มเบียร์ต้องใช้น้ำที่มีพวก Si อยู่เพราะมีผลต่อรสชาติของเบียร์

ระบบน้ำ Solftening นำน้ำจาก service tank มาเติม ClO_2 เพื่อฆ่าเชื้อ ที่โรงงานจะให้น้ำมีคลอรีนประมาณ 10 ppm ถ้ามีน้อยมากจะเกิดเป็นสนิมกัดกร่อน น้ำที่ได้จะถูกนำไปใช้เป็น Process water ที่โรงบรรจุ

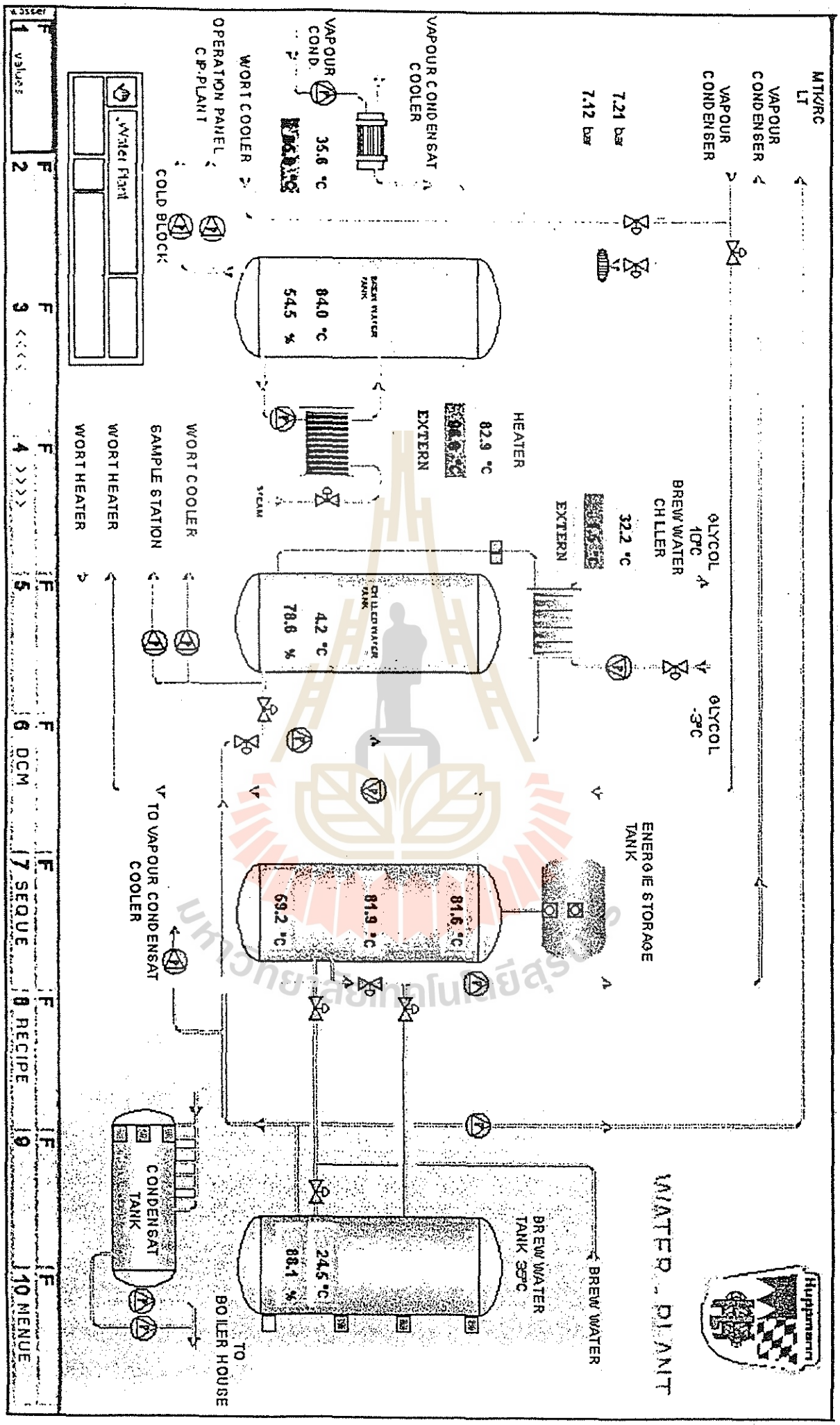
ในระบบน้ำ Solftening จะมีการแลกเปลี่ยน Na โดยดึงเอา Ca ออก แล้วปล่อย Na เข้าไป เนื่องจาก Na ละลายน้ำได้ดี การเติมคลอรีนจะเติมหลังจากผ่านเรซินแล้ว เพราะถ้าเรซินโดนคลอรีนมาก จะทำให้เสื่อมสภาพ ในการล้างถัง Solftening จะต้องตรวจสอบโดยดูจากค่า hardness การหมดอายุของเรซินดูจากการแตก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

Test Item	Brew water	Process water	Deep well water
Ca^{2+} ppm	10.0 – 20.0	-	
Mg^{2+} ppm	-	-	
Fe^{2+} ppm	< 0.05	< 0.05	
Mn^{2+} ppm	< 0.05	< 0.05	
Cu^{2+} ppm	Free	Free	
Cl^{-} ppm	< 10	< 10	
SO_4^{2-} ppm	< 25	-	
NO_2^{-} ppm	Free	Free	
NO_3^{-} ppm	< 10	< 10	
NH_4^{+} ppm	Free	Free	
PO_4^{3-} ppm	< 1.0	< 1.0	
SiO_3 ppm	< 30.0	< 30.0	
Total hardness ^{o}d	1.5 – 3.0	<0.57	
Alkalinity ^{o}d	1.2 – 2.8	-	
Calcium hardness ^{o}d	-	-	
Magnesium hardness ^{o}d	-	-	
Residual alkalinity ^{o}d	<2.0	-	
Conductivity	-	-	
$KmnO_4$- Consumption ppm	< 0.5	<5.0	
Oil	-	-	
Odour /taste	Clean	Clean	
pH	5.2 – 5.8	7.5 – 8.5	
Turbidity	Clear (1 EBC)	Clear (1 EBC)	
Free Chlorine	< 0.1	0.30 – 0.50	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี


MTK/RC
LT
VAPOUR
CONDENSER
VAPOUR
CONDENSER
7.21 bar
7.12 bar
VAPOUR CONDENSAT
COOLER
VAPOUR
COND.
35.6 °C
WORT COOLER
OPERATION PANEL
CIP-PLANT
COLD BLOCK
Water Plant
84.0 °C
54.5 %
HEATER
82.9 °C
EXTERN
STEAM
GLYCOL
10°C
BREW WATER
CHILLER
32.2 °C
EXTERN
GLYCOL
-3°C
4.2 °C
78.6 %
ENERGIE STORAGE
TANK
81.6 °C
81.9 °C
69.2 °C
WORT COOLER
SAMPLE STATION
WORT HEATER
WORT HEATER
TO VAPOUR CONDENSAT
COOLER
BREW WATER
BREW WATER
TANK 35°C
24.5 °C
88.1 %
TO
BOILER HOUSE
CONDENSAT
TANK
WATER - PLANT
1 Values
2
3
4
5
6 DCM
7 SEQUE
8 RECIPE
9
10 MENUE

นบ./๑๑ **รายงานการใช้น้ำบาดาล** เลขที่ 8791

วันที่ส่งรายงาน 10 มีนาคม 2539

ชื่อผู้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล บริษัทไทยอมฤตบริวเวอรี่ จำกัด

ใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลที่ 1-51073-0214 บ่อหมายเลข 3704-0017

สถานที่ตั้งบ่อน้ำบาดาล โฉนดเลขที่ 4156 ถ.ศิวานนท์ ต. บ้านใหม่ อ. เมือง จ.ปทุมธานี

เครื่องวัดปริมาณน้ำชนิด ☐ มาตรวัดน้ำ ☐ อื่น ๆ คือ

ยี่ห้อ KENT รุ่น HELIX 2000 ขนาด 6" หมายเลขเครื่อง 93 W 015318

รายละเอียดการใช้น้ำบาดาล เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2539

จดครั้งก่อนเมื่อวันที่ 31 มกราคม 2539 อ่านตัวเลขในเครื่องวัดได้ 82159

(วันใดที่ไม่มีการใช้น้ำบาดาล หยุดงาน เครื่องสูบน้ำชำรุด หรือบ่อน้ำบาดาลชำรุด ให้ระบุไว้ในช่องหมายเหตุ)

วันที่	อ่านได้	ใช้น้ำ (ม³)	หมายเหตุ	วันที่	อ่านได้	ใช้น้ำ (ม³)	หมายเหตุ
๑	82390	231		๑๗	86465	222	วันเสาร์
๒	82592	202		๑๘	86661	196	วันอาทิตย์
๓	82788	196	วันเสาร์	๑๙	86877	216	
๔	82940	152	วันอาทิตย์	๒๐	87113	236	
๕	83116	176		๒๑	87382	269	
๖	83352	236		๒๒	87724	342	
๗	83751	399		๒๓	88091	367	
๘	84153	402		๒๔	88307	216	วันเสาร์
๙	84452	299		๒๕	88510	203	วันอาทิตย์
๑๐	84617	165	วันเสาร์	๒๖	88806	296	
๑๑	84739	122	วันอาทิตย์	๒๗	89172	366	
๑๒	84975	236		๒๘	89564	392	
๑๓	85271	296		๒๙	89859	295	
๑๔	85574	303		๓๐			
๑๕	85893	319		๓๑			
๑๖	86243	350					

รวมใช้น้ำในเดือนนี้ 7,700 ลูกบาศก์เมตร

หรือเฉลี่ยวันละ 265.52 ลูกบาศก์เมตร

(ลงชื่อ) ผู้รับใบอนุญาต/ผู้ทำการแทน

( )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Adjuncts

ในกระบวนการผลิตเบียร์วัตถุดิบหลักที่ใช้คือ Malt, Hops, Yeast และน้ำแล้ว ยังมีวัตถุดิบอื่นที่เติมลงไปเพื่อให้เบียร์ที่ได้มีรสชาติที่ดี และช่วยลดต้นทุนในการผลิตด้วย

Enzymes เป็น adjuncts ที่เติมลงไปใน mash cooker เพื่อช่วยในการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลให้เกิดได้ดีขึ้น เพิ่มการ fermentation, เพิ่มความหวาน, ลดความข่นของเบียร์ เนื่องจากปริมาณของ Polypeptide ลดลง เอนไซม์ที่เติมส่วนใหญ่เป็นเอนไซม์ที่ผลิตโดยจุลินทรีย์

ปลายข้าว เติมปลายข้าวเพื่อผสมกับมอลต์ เป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิต ซึ่งการรับปลายข้าวจาก supplier จะต้องมีการตรวจหาปริมาณของ fatty acid ที่มีอยู่ เพราะมีผลต่อคุณภาพและรสชาติของเบียร์ที่ได้ เมื่อเติมปลายข้าวลงใน Rice cooker แป้งจะเกิด gelatinization ก่อนที่เอนไซม์จากมอลต์จะย่อยให้เปลี่ยนเป็นน้ำตาล เมื่ออุณหภูมิสูงถึงระดับ gelatinized จะมีการเติมเกลือแคลเซียมลงไปเพื่อป้องกันไม่ให้เอนไซม์ α- amylase ถูก inactivate

น้ำตาล น้ำตาลที่เติมจะเป็นน้ำตาล sucrose และ invert sugar เติมน้ำตาลเพื่อให้เกิดการ ferment ได้ดี และเกิดสีในเบียร์

การตรวจสอบคุณภาพของปลายข้าว

Items Test	Standard	Sample
Moisture Content	% 12.0 – 13.0	
Final Extract	% min 8.6	
Extract (on Sample)	% min 83.0	
Extract (dry basis)	% min 90.0	
Rate of filtration	Hrs. max 2.0	
pH	5.8 – 6.2	
Fatty acid content	% 0.400 – 0.700	
Impurity	% max 0.2	
Smell Test	OK.	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขั้นตอนการผลิตเบียร์ (Brewing Process)

แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน

1. **การต้ม** (Mashing) ในกระบวนการต้มเบียร์จะใช้มีถังที่ใช้ในกระบวนการนี้ 5 ถังซึ่งในแต่ละถังที่ใช้ คือ

1.1 Rice Cooker

เป็นถังที่ใช้สำหรับการต้มมอลต์ผสมกับปลายข้าว โดยใช้มอลต์ 30 % + ปลายข้าว 100 % ผสมกันลงต้มในถัง Rice cooker สำหรับน้ำที่ใช้ในการต้มจะใช้อัตราส่วนของมอลต์ต่อน้ำ เป็น 3:1 การต้มจะเริ่มต้นที่อุณหภูมิ 53 °C เพื่อให้เอนไซม์ทำงานได้ดี โดยเอนไซม์จะไปตัดสายของแป้งให้เล็กลงและการต้มที่อุณหภูมินี้จะทำให้เบียร์ที่ได้เกิดฟองดี จากนั้นจะทำการเพิ่มอุณหภูมิไปที่ 72°C เอนไซม์ amylase จากมอลต์เปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล โดยแป้งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลอย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะทำการตรวจว่าแป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาลหมดหรือไม่ ด้วยการตรวจหาค่า Iodine value ถ้าสีของIodine ไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่าแป้งถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลอย่างสมบูรณ์แล้ว จากนั้นจะเพิ่มอุณหภูมิไปที่ 100 °C เพื่อให้ข้าวเกิดการ gelatinized

1.2 Mash Tun

เป็นถังต้มที่ใช้ต้มมอลต์เพียงอย่างเดียวก่อน โดยจะเริ่มที่อุณหภูมิ 53 °C จนอุณหภูมิ 62 °C จะนำส่วนผสมจากถัง Rice cooker เข้ามาผสม เพื่อให้ได้ เปอร์เซ็นต์น้ำตาลที่ต้องการสำหรับการหมัก ของยีสต์ คิดเป็นอัตราส่วนของ Malts100 % : ปลายข้าว 100 % จากนั้นจะเพิ่มอุณหภูมิไปที่ 72 °C เพื่อเป็นการ หยุดการทำงานของเอนไซม์

ในถัง Rice Cooker และถัง Mash Tun จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีคือ การเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลโดยการทำงานของเอนไซม์ amylase ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องคือ Gelatinization, Liquefactionและ Saccharification นอกจากการเปลี่ยนแปลงของโมเลกุลของแป้งแล้วยังพบว่าเกิดการตกตะกอนของโปรตีน จากการรวมกับสารประกอบพวกแทนนิน จากการทำงานของ proteolytic enzyme ซึ่งเป็นสาเหตุของความขุ่นในเบียร์ ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนจำเป็นต่อการเจริญของยีสต์, ให้รสชาติกลมกล่อม, head retention และความคงตัวของเบียร์ รสชาติกลมกล่อม (mellowness) และ head retention เกิดจากการสร้างพันธะของพวกไนโตรเจนโมเลกุลใหญ่ที่อุณหภูมิประมาณ 60°C ค่า pH ของน้ำ wort ในระหว่างการต้มอยู่ที่ประมาณ 5.8 ความเป็นเบสของน้ำ wort เกิดจากสารประกอบพวก bicarbonate ความเป็นกรดเกิดจากพวกแคลเซียมและแมกนีเซียมของ Brew water เอนไซม์ phytase จะย่อยสลายพวก organic phosphate ในกระบวนการ mashing ได้พวก inosital และ inorganic phosphate แคลเซียมและแมกนีเซียมจาก Brew water และจากมอลต์จะทำให้พวก organic และ inorganic phosphate เกิดการตกตะกอน colloidal substance เช่น pectin และ hemicellulose สามารถละลายได้ในกระบวนการ mashing สีของ wort จะเพิ่มขึ้นจากกระบวนการ caramelization การออกซิเดชั่นของสารประกอบพวก tannin ในกากไปเป็น phlobaphene ซึ่งทำให้น้ำ wort มีสีเข้มขึ้น และรวมตัวกับโปรตีน เป็น Protein – phlobaphene complex จะไม่ละลายใน wort ร้อน ทำให้ตกตะกอน แต่ Protein – tannin complex จะละลายได้ใน wort ร้อนจึงไม่ตกตะกอน แต่จะตกตะกอนที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้เกิดความขุ่นใน wort สาร bitter resin ละลายออกมาในกระบวนการ mashing เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดรสขมในเบียร์

1.3 Lauter tun

เมื่อผ่าน Mash Tun แล้ว ซึ่งเรียกว่า Wort จะถูกส่งเข้ามายังถัง Lauter Tun ซึ่งเป็นถังที่ใช้สำหรับกรองน้ำ Wort ในการกรอง Wort น้ำ Wort ที่กรองได้ครั้งแรกจะเรียกว่า First wort ซึ่งจะมี เปอร์เซ็นต์ของน้ำตาล ประมาณ 16 – 18 Plato แล้วจะถูกส่งต่อไปยัง Wort Kettle กากที่เหลือจากการกรองในถัง Lauter tun เรียกว่า Cask ซึ่งจะมีการทำ Sparging คือการนำน้ำที่อุณหภูมิ 74 – 78 °C มาชะล้างเอา Extract ออกมา ซึ่งน้ำ Wort ที่ได้เรียกว่า Second Wort ในการทำ Sparging นี้จะทำจนกระทั้งน้ำ Extrace ที่ได้มี เปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลต่ำกว่า 1 Plato จากนั้นจะส่ง Second Wort ไปยัง Wort kettle เมื่อ First wort ผสมกับ Second wort จะมีเปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลประมาณ 10 Plato กากที่เหลือจาก Lauter tun เรียกว่า spent grain ซึ่งจะใช้สำหรับทำอาหารสัตว์

ในการ Sparging เพื่อให้ได้ Second wort น้ำที่ใช้จะละลายสารประกอบพวก tannin และ สารประกอบพวก bitter ในกาก ถ้าทำการ Sparging หลายครั้ง ปริมาณปูนขาวของน้ำที่ใช้ Sparging จะทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในกระบวนการ Sparging มีผลต่อคุณภาพเบียร์ที่ผลิต อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการ Sparging ไม่ควรเกิน 75 °C เพราะใน spent grain ยังมีแป้งที่ยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ถ้าละลายออกมาจะทำให้เกิดความขุ่นในเบียร์

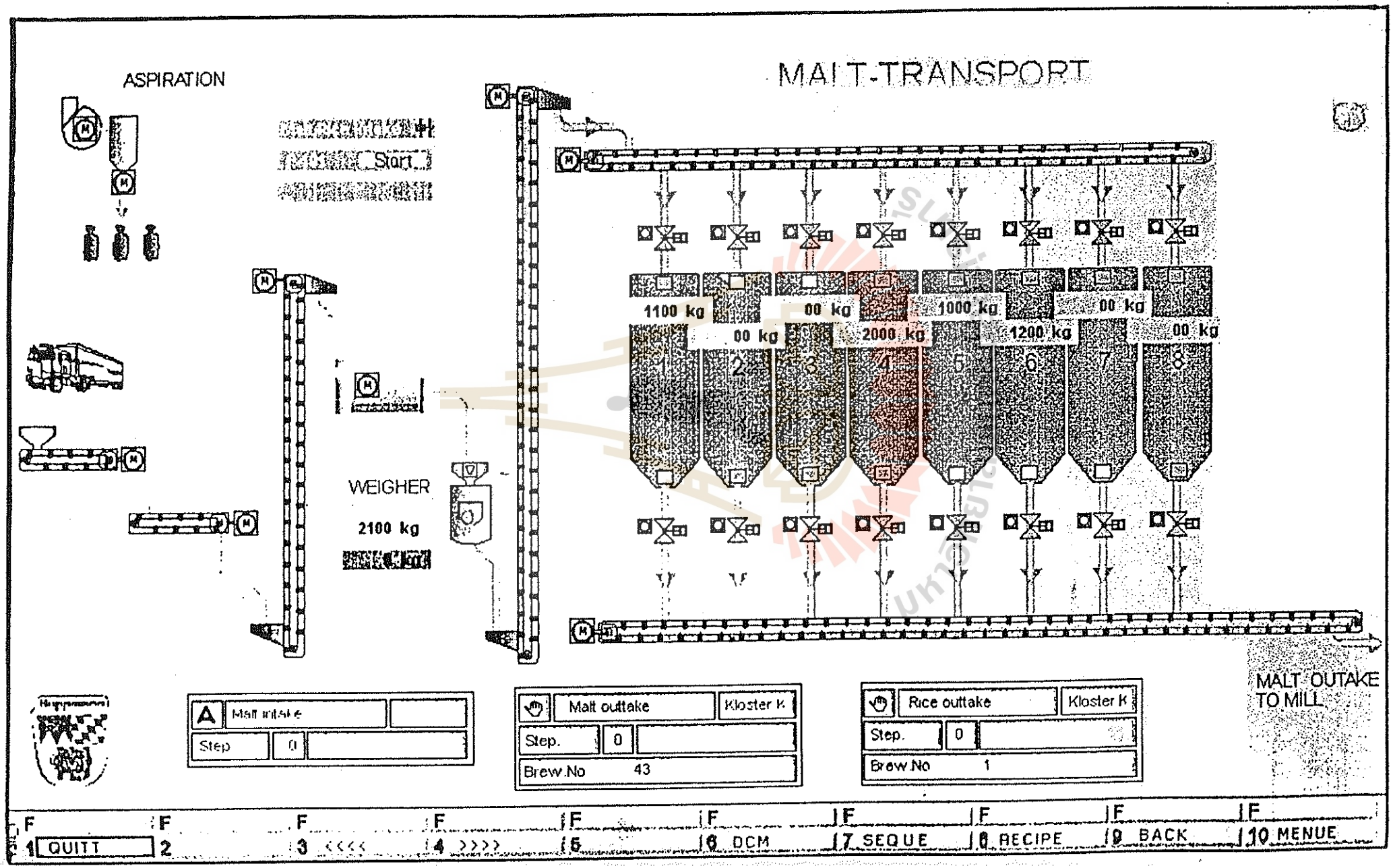
1.4 Wort kettle

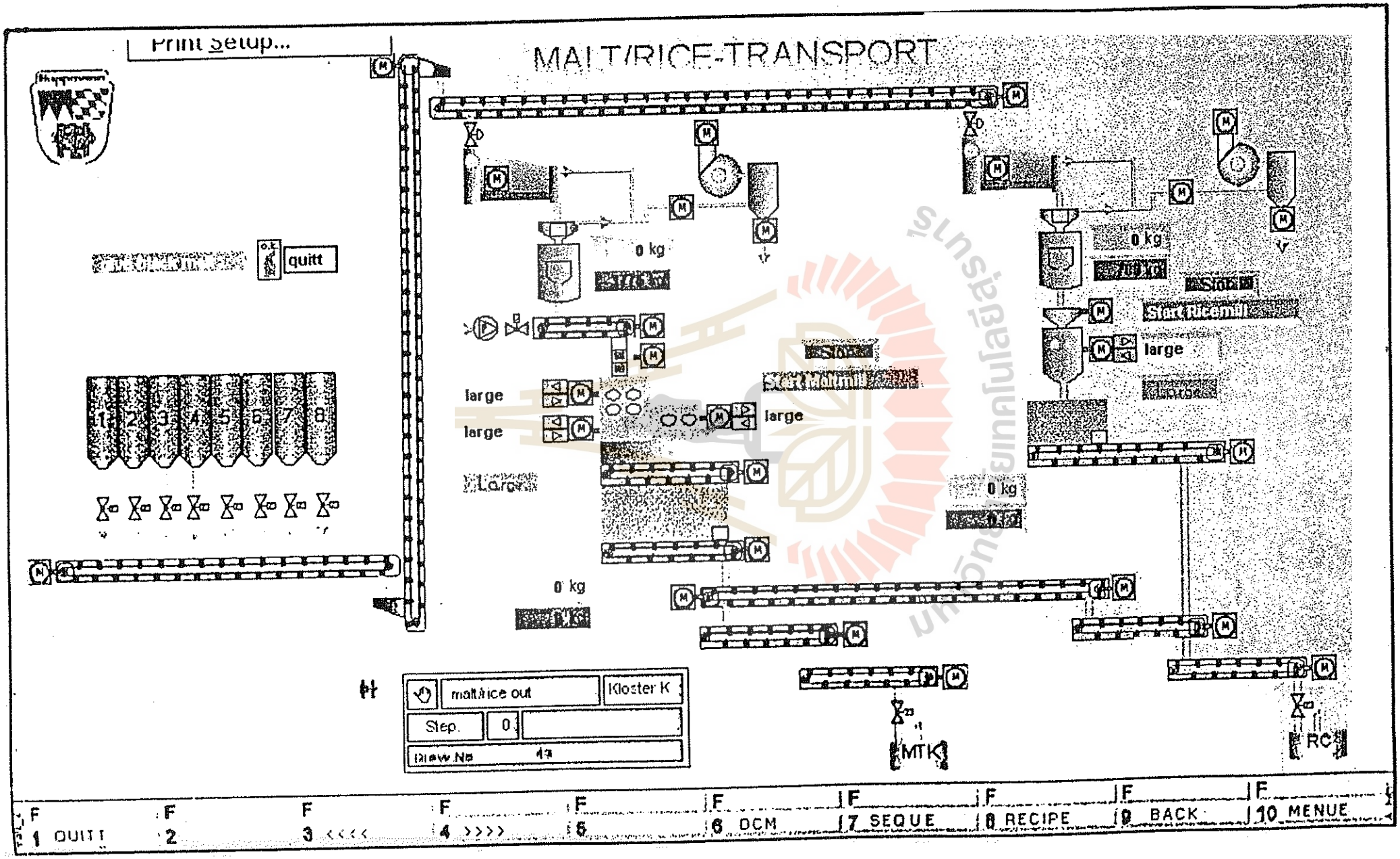
เป็นถังสำหรับต้มน้ำ Wort เพื่อให้เกิดการระเหยของน้ำออก ในถังนี้จะมีการเติมน้ำตาล ,Hops และสี ที่ต้องการสำหรับเบียร์ประเภทต่างๆและในการต้มระเหยน้ำจะเป็นการทำให้เกิด Caramelization,sterization, Isomerization ของ Hops Hops ที่ใช้จะมี aromatic material 2 ชนิด คือ essential oil และ bitter resin Hopsจึงทำให้เกิดกลิ่นและเกิดรสขมในเบียร์ จะทำการต้มwort จนได้เปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลที่ต้องการคือ ประมาณ 12 Plato

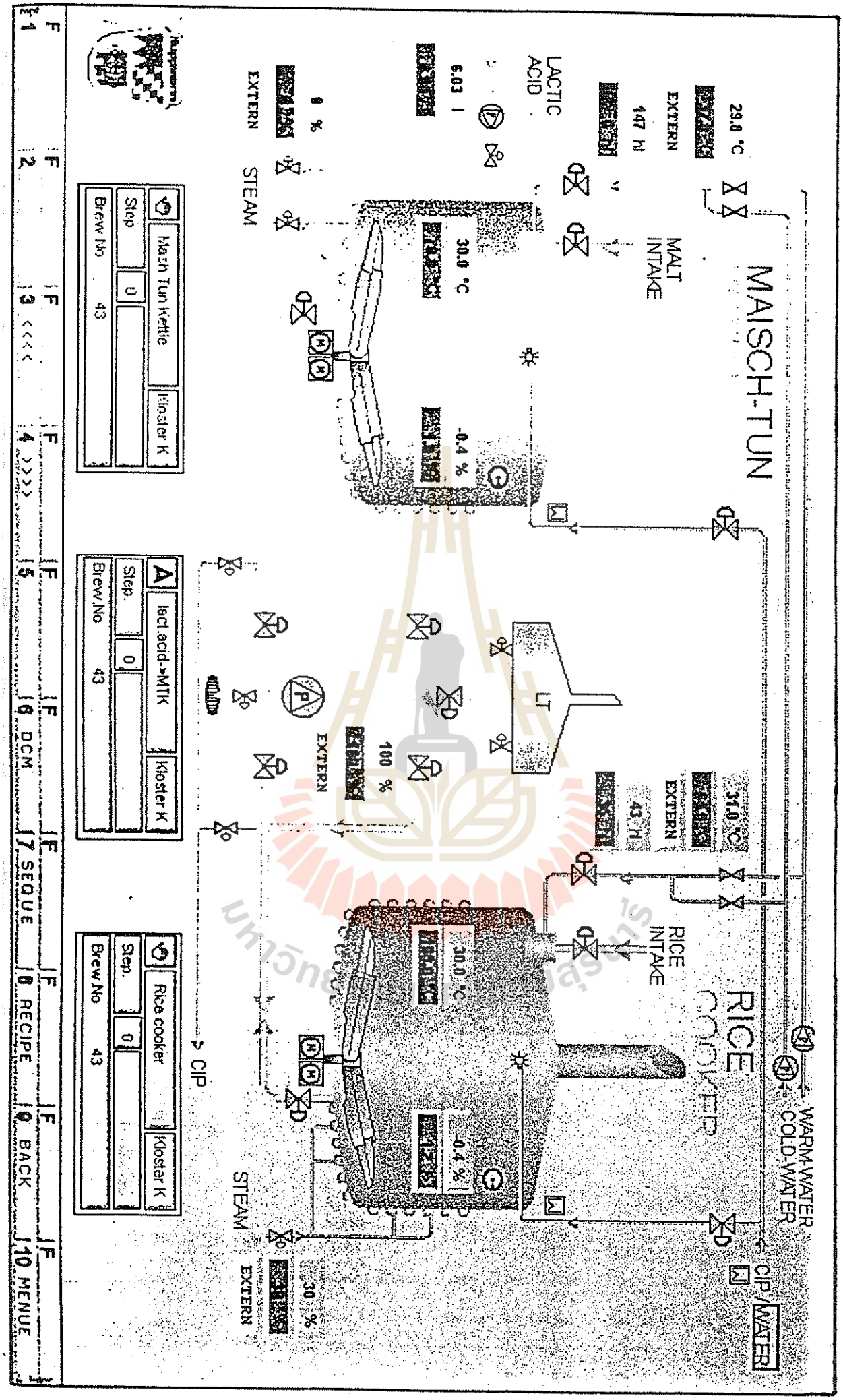
1.5 Whirl pool

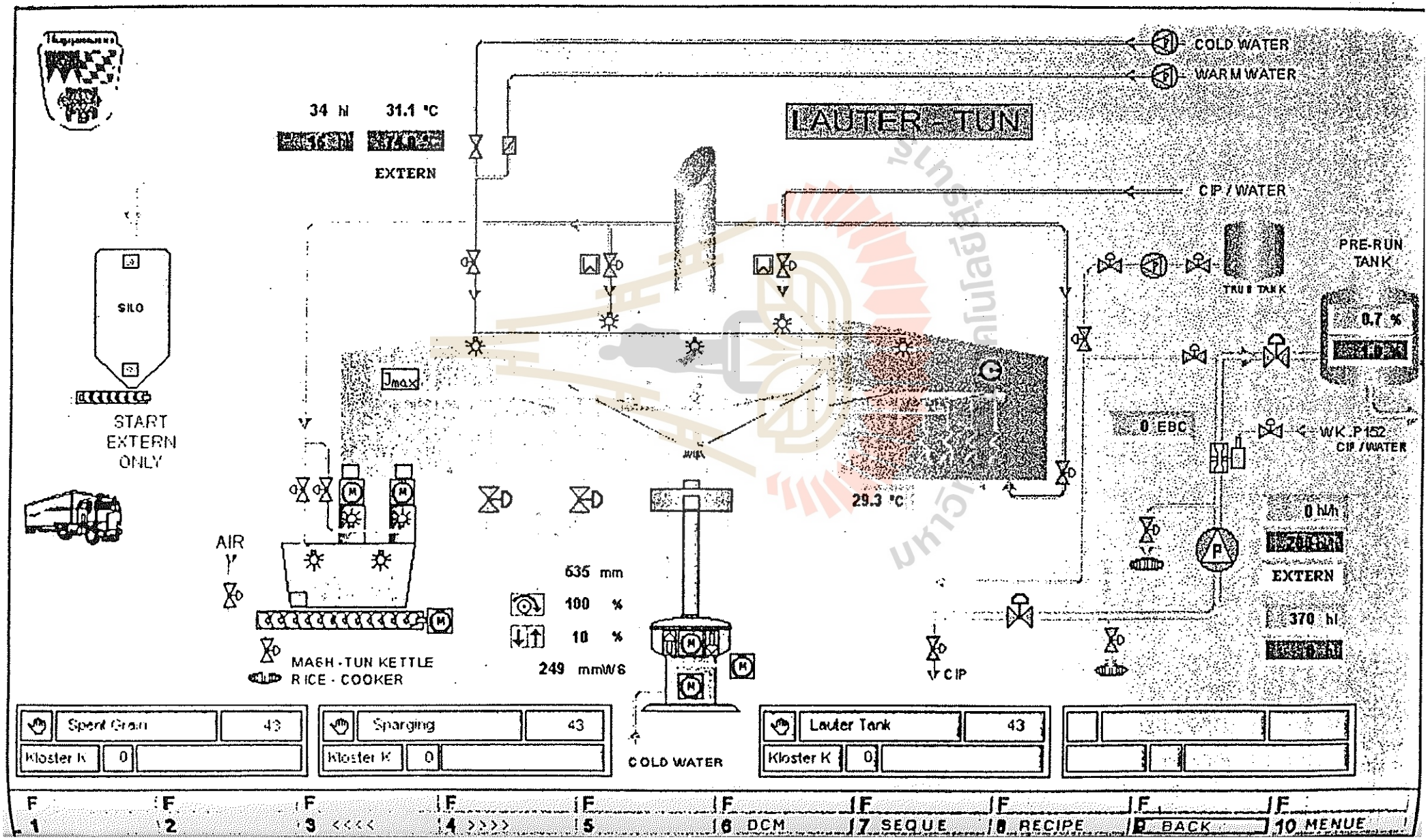
Wort จาก Wort kettle จะถูกส่งเข้าสู่ถัง Whirl pool ในถังนี้จะมีการใช้การเหวี่ยงเพื่อทำให้เกิดตะกอนระหว่างการต้ม เป็นการทำให้เกิดการตกตะกอนของโปรตีนโมเลกุลใหญ่ ก้อนตะกอนจะตกอยู่ตรงกลางถัง เรียกว่า Trub จากนั้น Wort จะถูกส่งต่อไปยัง Wort cooling ผ่าน Plate Heat Exchanger จะทำให้ Wort มีอุณหภูมิลดลง และมีอุณหภูมิประมาณ 6 °C

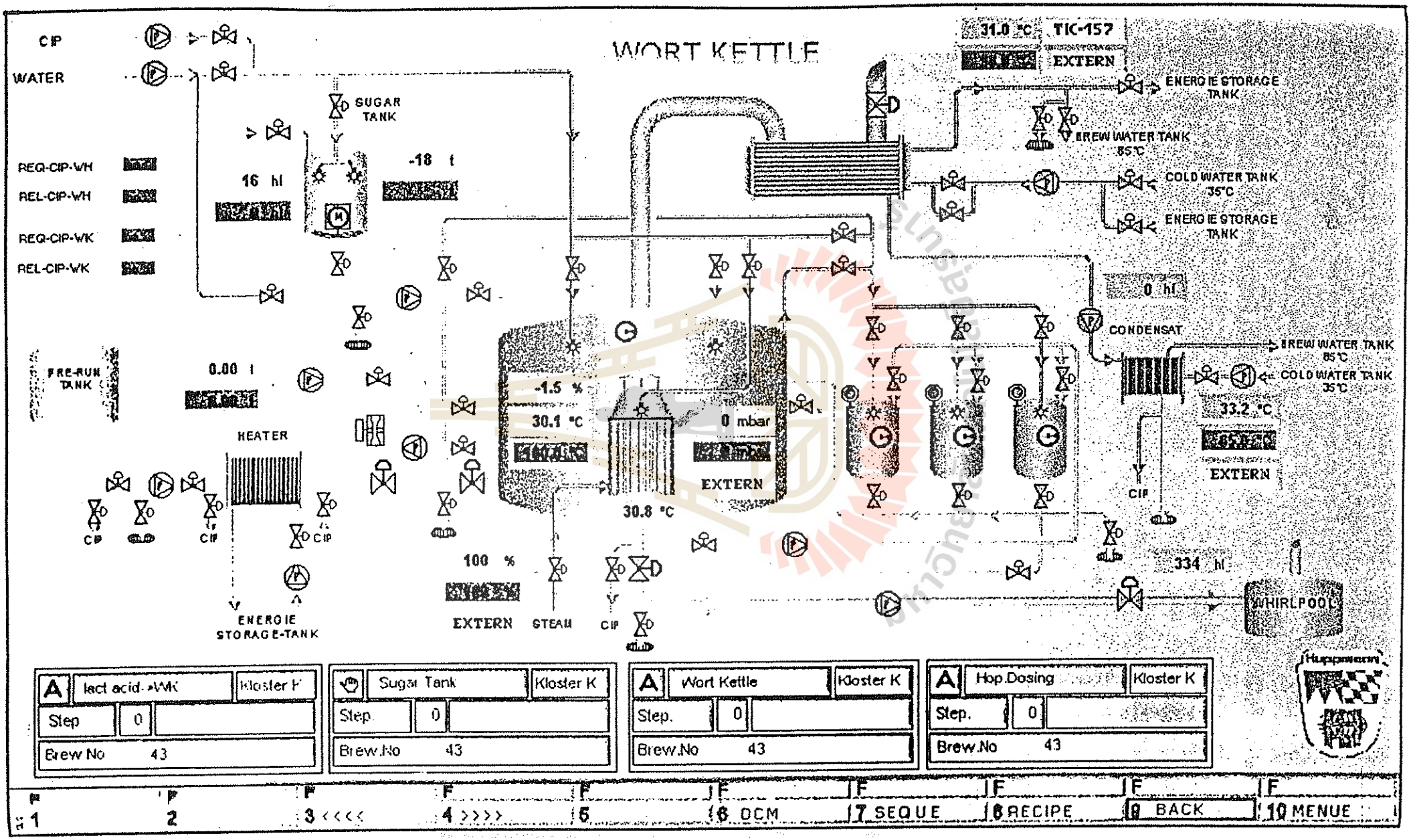
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

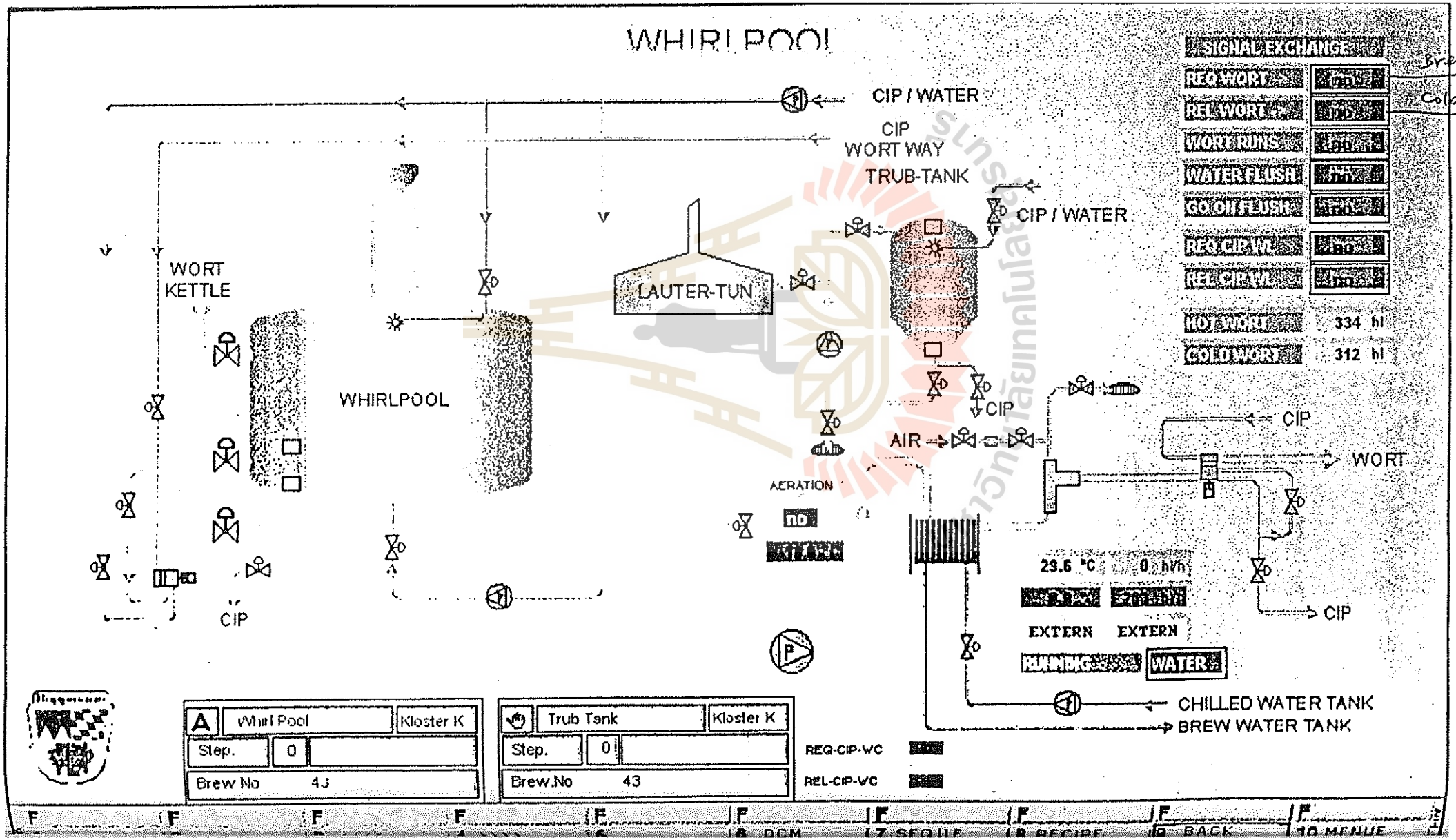

ASPIRATION
MALT-TRANSPORT
Start
WEIGHER
2100 kg
1100 kg
00 kg
1000 kg
00 kg
00 kg
2000 kg
1200 kg
00 kg
2
3
4
5
6
7
8
MALT OUTAKE TO MILL
Malt intake
Step 0
Malt outtake
Kloster K
Step. 0
Brew.No 43
Rice outtake
Kloster K
Step. 0
Brew.No 1
F1 QUITT
F2
F3 <<<<
F4 >>>>
F5
F6 DCM
F7 SEQUE
F8 RECIPE
F9 BACK
F10 MENUE

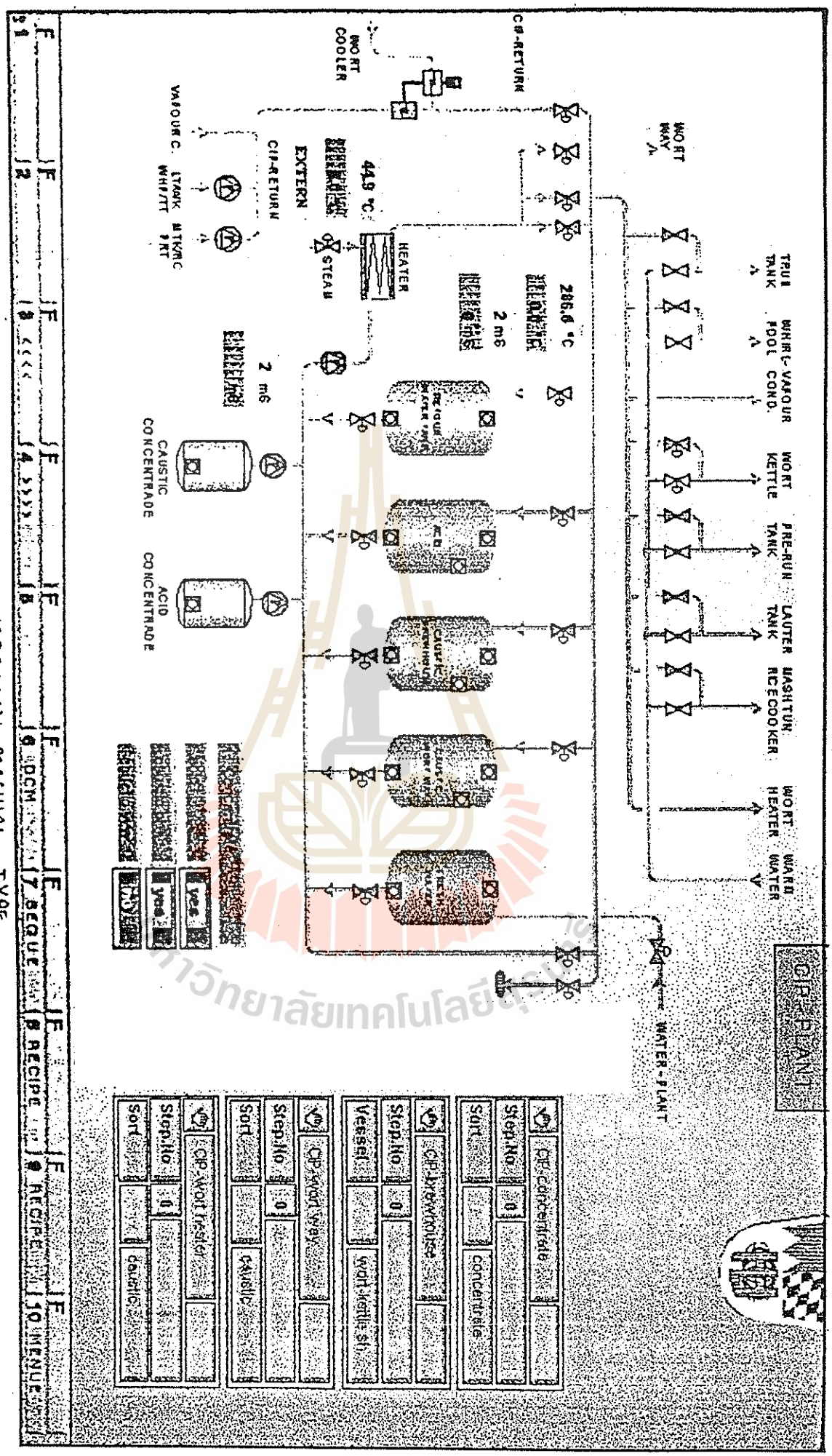

Print Setup...
MALT/RICE-TRANSPORT
quitt
large
large
large
0 kg
0 kg
0 kg
malt/rice out
Kloster K
Step.
0
Brew No
MTK
RC
F 1 QUITT
F 2
F 3 <<<<
F 4 >>>>
F 5
F 6 DCM
F 7 SEQUE
F 8 RECIPE
F 9 BACK
F 10 MENUE


MAISCH-TUN
RICE COOKER
MALT INTAKE
RICE INTAKE
LACTIC ACID
WARM-WATER
COLD-WATER
CIP WATER
STEAM
EXTERN
CIP
LT
Mash Tun Kettle
Kloster K
Step
Brew No
lact.acid->MTK
Rice cooker
F1
F2
F3 <<<<
F4 >>>>
F5
F6 DCM
F7 SEQUE
F8 RECIPE
F9 BACK
F10 MENUE

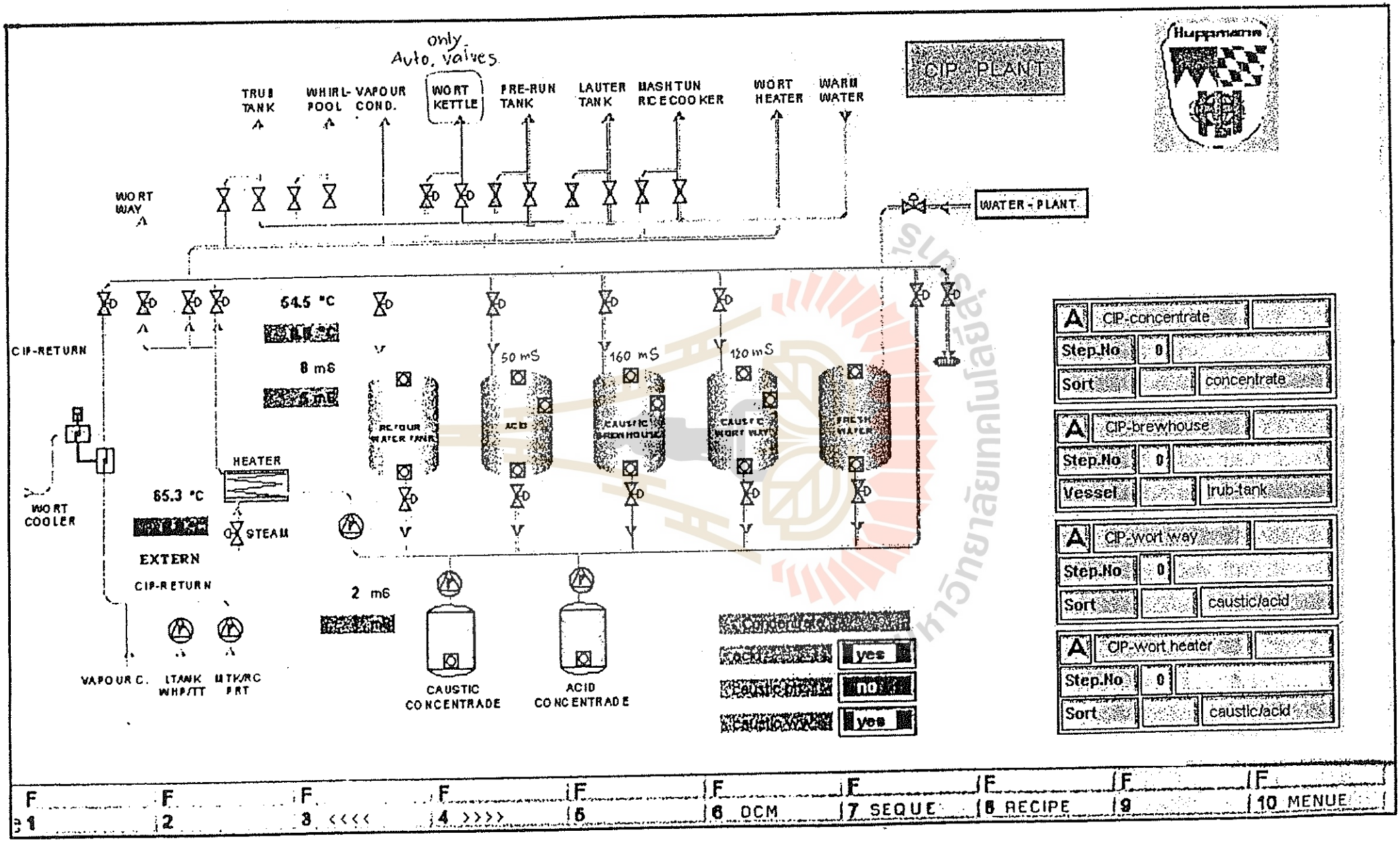

LAUTER - TUN
COLD WATER
WARM WATER
CIP / WATER
34 hl
31.1 °C
EXTERN
SILO
START
EXTERN
ONLY
PRE-RUN
TANK
TRUB TANK
0.7 %
0 EBC
WK P152
CIP / WATER
29.3 °C
0 hl/h
EXTERN
370 hl
AIR
635 mm
100 %
10 %
249 mmWS
MASH-TUN KETTLE
RICE - COOKER
CIP
COLD WATER
Spent Grain
43
Kloster K
0
Sparging
43
Kloster K
0
Lauter Tank
43
Kloster K
0
F1
F2
F3 <<<<
F4 >>>>
F5
F6 DCM
F7 SEQUE
F8 RECIPE
F9 BACK
F10 MENUE

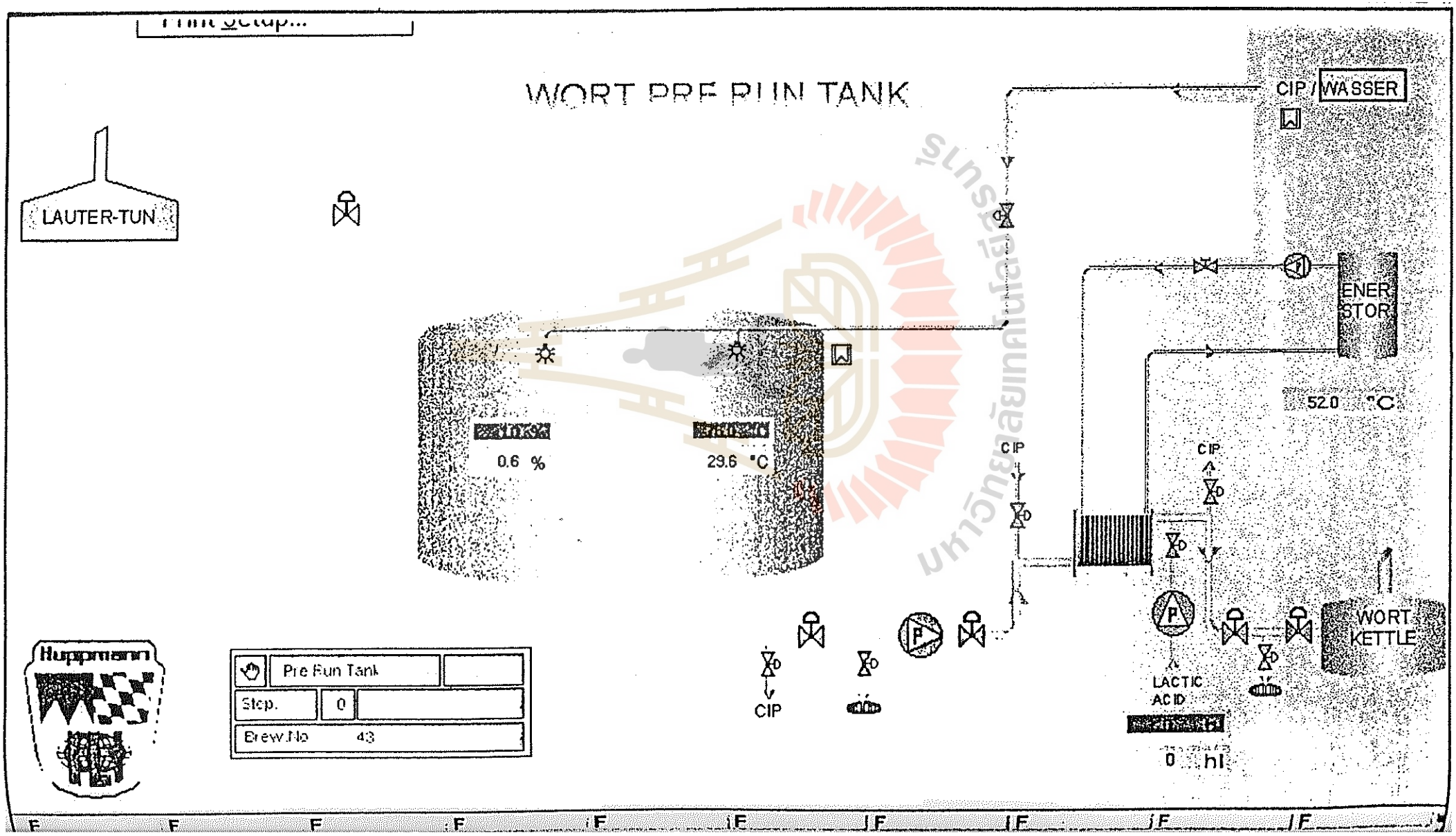

WORT KETTLE
CIP
WATER
SUGAR TANK
16 hl
-18 t
REQ-CIP-WH
REL-CIP-WH
REQ-CIP-WK
REL-CIP-WK
FRE-RUN TANK
0.00 l
HEATER
ENERGIE STORAGE-TANK
-1.5 %
30.1 °C
30.8 °C
0 mbar
EXTERN
100 %
EXTERN
STEAM
CIP
31.0 °C
TIC-157
EXTERN
ENERGIE STORAGE TANK
BREW WATER TANK 85°C
COLD WATER TANK 35°C
ENERGIE STORAGE TANK
0 hl
CONDENSAT
BREW WATER TANK 85°C
COLD WATER TANK 35°C
33.2 °C
EXTERN
334 hl
WHIRLPOOL
lact acid ->WK
Kloster K
Step 0
Brew No 43
Sugar Tank
Kloster K
Step 0
Brew No 43
Wort Kettle
Kloster K
Step 0
Brew No 43
Hop.Dosing
Kloster K
Step 0
Brew No 43
F1
F2
F3 <<<<
F4 >>>>
F5
F6 OCM
F7 SEQUE
F8 RECIPE
F9 BACK
F10 MENUE


WHIRLPOOL
SIGNAL EXCHANGE
REQ WORT
REL WORT
WORT RUNS
WATER FLUSH
SO OIL FLUSH
REQ CIP WL
REL CIP WL
HOT WORT
334 hl
GOLD WORT
312 hl
CIP / WATER
CIP
WORT WAY
TRUB-TANK
CIP / WATER
WORT
KETTLE
LAUTER-TUN
WHIRLPOOL
CIP
AIR
CIP
WORT
AERATION
CIP
29.6 °C
0 hl/h
EXTERN
EXTERN
WATER
CHILLED WATER TANK
BREW WATER TANK
Whirl Pool
Kloster K
Step.
0
Brew No 43
Trub Tank
Kloster K
Step.
0
Brew.No 43
REQ-CIP-WC
REL-CIP-WC
F
F
F
F
F
F
F
F
F
F
BACK
10 MENUE



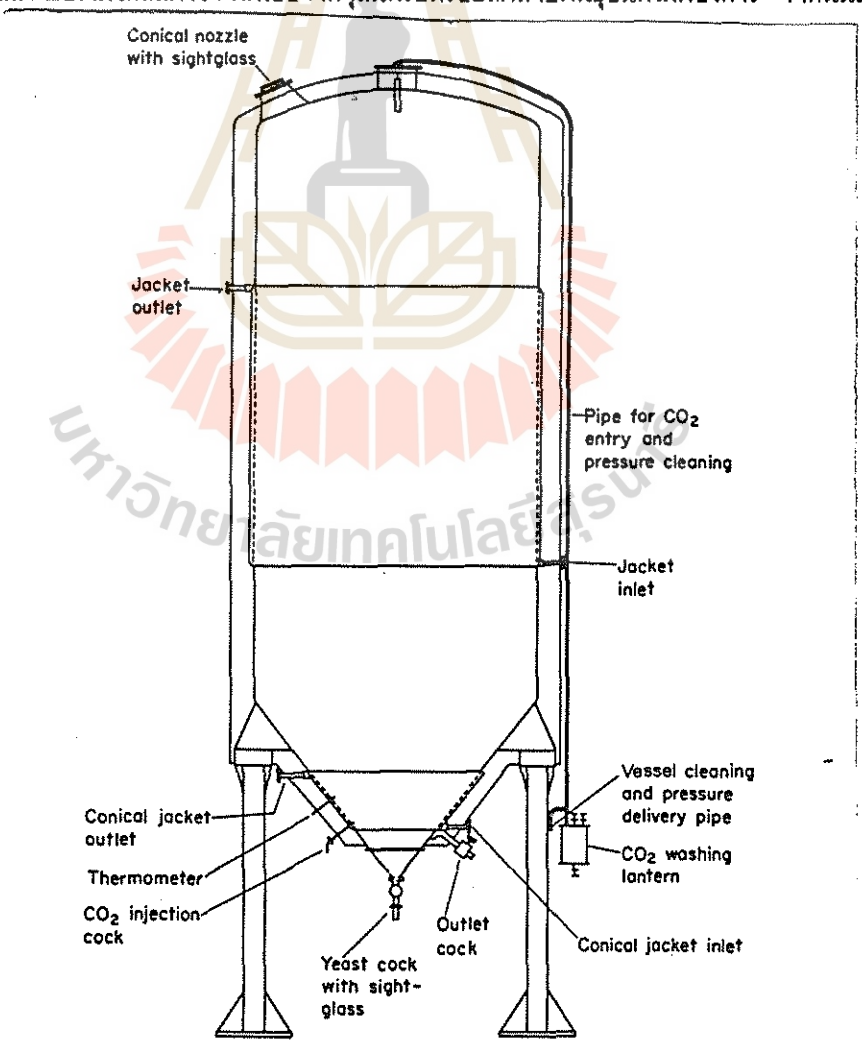
CIP WORT WAY MANUAL TYPE


only
Auto. valves
CIP - PLANT
Huppmann
TRUB TANK
WHIRL-POOL
VAPOUR COND.
WORT KETTLE
PRE-RUN TANK
LAUTER TANK
MASHTUN RICECOOKER
WORT HEATER
WARM WATER
WORT WAY
WATER - PLANT
CIP-RETURN
64.5 °C
8 m6
50 mS
160 mS
120 mS
HEATER
65.3 °C
STEAM
WORT COOLER
EXTERN
CIP-RETURN
2 m6
VAPOUR C.
CAUSTIC CONCENTRADE
ACID CONCENTRADE
yes
no
yes
A
CIP-concentrate
Step.No
0
Sort
concentrate
A
CIP-brewhouse
Step.No
0
Vessel
lrub-tank
A
CIP_wort way
Step.No
0
Sort
caustic/acid
A
CIP-wort heater
Step.No
0
Sort
caustic/acid
F1
F2
F3 <<<<
F4 >>>>
F5
F6 OCM
F7 SEQUE
F8 RECIPE
F9
F10 MENUE


WORT PRE RUN TANK
LAUTER-TUN
CIP / WASSER
ENER STOR
52.0 °C
0.6 %
29.6 °C
CIP
CIP
CIP
WORT KETTLE
LACTIC ACID
0 hl
Huppmann
Pre Run Tank
Stop.
0
Brew No 43

กระบวนการหมัก (Fermentation)

การหมักจะเกิดขึ้นหลังจากการเติมยีสต์ลงใน Wort แล้วโดยจะทำการหมักในถังหมัก Cylindro-conical Tank (CCT) ด้านล่างของถังหมักจะมีลักษณะคล้ายกรวย มีฝาปิดเปิดเพื่อสะดวกในการเก็บยีสต์กลับมาใช้ใหม่ ถังหมักที่ใช้จะเป็นถังหมักแบบปิดเพราะถังหมักแบบปิดต้องการน้ำในการ Cooling น้อยกว่าถังหมักแบบเปิด เนื่องจากอุณหภูมิของเบียร์จะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจากอากาศที่มีอยู่ในถัง ยีสต์ต้องการออกซิเจนในการเจริญด้วย ในระหว่างการหมักจึงมีการเติมอากาศลงไปด้วยโดยจะมีการเติมอากาศจากด้านบนของถังหมัก เมื่อเติมยีสต์ลงไป ซึ่งยีสต์ที่เติมเป็น แบบ Bottom fermentation ยีสต์จะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนน้ำตาลใน wort ให้เป็นแอลกอฮอล์และ CO_2 ในระหว่างกระบวนการหมักจะควบคุมอุณหภูมิของถังหมัก ที่อุณหภูมิ 6 – 8 ^{o}C ใช้เวลาประมาณ 8 – 10 วัน เรียกว่า Primary Fermentation ในระหว่างกระบวนการหมักจะติดตามการทำงานของยีสต์โดยการตรวจวัด เปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลของ wort จากถังหมักทุกวัน จนกระทั่งเปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลในถังหมักมีค่าคงที่ คือมีน้ำตาลประมาณ 2 % และมี Diacetide ประมาณ 0.2 มก/ล จะถือเสร็จสิ้นกระบวนการหมัก การที่น้ำตาลคงที่ที่ 2% เนื่องจากน้ำตาลใน Wort 98 % จะถูกใช้ในการหมักส่วนอีก 2 % ที่เหลือยีสต์จะนำไปใช้ในการเจริญของเซลล์ เมื่อเสร็จสิ้นการหมัก จะลดอุณหภูมิของถังหมักลง ให้ถังหมักมีอุณหภูมิประมาณ 4 ^{o}Cเพื่อให้ยีสต์มีการเกาะตัวกันเป็นกลุ่มใหญ่ ตกตะกอนลงสู่ด้านล่างของถัง(Flocculation) แล้วเก็บนำไปใช้เป็น Generation ต่อไป ถ้า % ของน้ำตาลคงที่แล้วแต่ยังทำการหมักต่อ ยีสต์จะเข้าสู่ระยะ Death phase ซึ่งจะไม่สามารถนำยีสต์กลับมาใช้ใหม่ได้ หลังจากนำยีสต์ออกแล้วจะทำการหมักต่อเป็น Post Fermentation storage ใช้เวลาประมาณ 7 – 14 วัน หลังจากการบ่มประมาณ 7 วัน น้ำเบียร์จะมีสีที่ค่อนข้างใส แต่ถ้า ใช้เวลา 7 – 14 วันแล้วเบียร์ไม่ใสแสดงว่า ติดเชื้อจากจุลินทรีย์หรือยีสต์สายพันธุ์อื่นที่ไม่ต้องการ จากนั้นเบียร์จะถูกส่งไปยังกระบวนการกรอง



Cylindro - Conical Fermentation Vessel

การกรอง (Filtration)

การกรองเป็นกระบวนการที่ทำหลังจากกระบวนการหมักเสร็จสิ้นแล้ว โดยจะทำการกรองเพื่อทำให้น้ำเบียร์ใสก่อนที่จะทำการบรรจุ ในการกรองจะใช้ผงกรอง เรียกว่า Kieselguhr ซึ่งจะเป็น Diatom ที่ถูกนำมาบดเป็นผง การกรองจะทำที่อุณหภูมิต่ำเพื่อให้ตะกอนเกาะตัวกัน จะทำให้การกรองทำได้ง่ายขึ้น ในการกรองจะนำผงกรองใส่ลงในถังกรอง (Kieselguhr Tank) ก่อน จากนั้นจะปั๊มเบียร์ผ่านลงไป ซึ่งการกรองจะช่วยให้เบียร์มีความคงตัว ป้องกันความขุ่นและนอกจากนี้การใช้ผงกรอง Kieselgur ยังมีข้อดีคือ ทำให้การกรองมีประสิทธิภาพ การฆ่าเชื้อทำได้ง่าย ป้องกันการเจือจางของเบียร์และนำผงกรองออกได้ง่าย หลังการกรองโดยใช้ kieselguhr แล้ว น้ำเบียรที่ผ่านการกรองจะถูกส่งต่อไปยัง PVPP Tank (Polyvinyl Pyrrolidone) ซึ่งเป็นระบบการกรองที่ใช้ในการกำจัดสารประกอบ Polyphenol ออก Polyphenol เป็นสารที่มีอยู่ในมอลต์โดยจะอยู่ในส่วนของเปลือกมอลต์ เมื่อนำมาต้มก็จะผสมอยู่ในน้ำ wort สาเหตุที่ต้องมีการกำจัด Polyphenol ออก เพราะ Polyphenol เมื่อถูกออกซิไดซ์จะได้สารประกอบที่คล้ายกับ Tannin โดยจะเกิดในระหว่างกระบวนการต้ม และ Polyphenol เมื่อทำปฏิกิริยากับโปรตีนจะทำให้เกิดความขุ่นและจะส่งผลต่อความคงตัวของเบียร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การบรรจุ (PACKAGING)

ขั้นตอนการบรรจุเบียร์

แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1. การบรรจุขวด ขวดที่ใช้บรรจุเบียร์มี 2 ขนาด คือ 330 ml และ 640 ml

นำขวดมาล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับน้ำสลับกัน 3 ครั้ง เข้าเครื่องอบ อบขวดให้แห้ง ขวดผ่านเครื่องตรวจสอบขนาด, ความหนาของขวด, รอยร้าว, สิ่งเจือปน โดยใช้แสงส่องผ่าน ขวดที่ไม่ได้มาตรฐานจะถูกแยกออกมา ตรวจวัดค่า pH จากน้ำที่ค้างอยู่ในขวด โดยต้องมี pH ประมาณ 7 ก่อนการบรรจุเบียร์ลงขวดต้องบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงในขวดเบียร์เพื่อไล่ก๊าซออกซิเจนในขวด ดังนั้นก่อนการบรรจุเบียร์ต้องมีการวัดปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่หัวบรรจุเพื่อให้เพียงพอในการไล่ก๊าซออกซิเจน โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 40% เบียร์ที่ผ่านการบรรจุจะผ่านเข้าเครื่องปิดฝา และผ่านเครื่องวัดปริมาณน้ำเบียร์เพื่อให้ได้ปริมาณตามมาตรฐาน โดยใช้คลื่นรังสีเป็นตัววัด จากนั้นเบียร์จะผ่านการ Pasteurize ที่อุณหภูมิ 60°C นาน 20 นาที โดยใช้ระบบน้ำวน น้ำที่ใช้สำหรับการ Pasteurize จะเติม Polyphosphate 5 – 10 ppm ค่า pH ของน้ำปรับให้ได้ประมาณ 8 โดยใช้ caustic soda เพื่อป้องกัน carbonic acid ทำปฏิกิริยากับส่วนที่เป็นโลหะของเครื่อง Pasteurize และเนื่องจากในน้ำ Pasteurize จะมีน้ำเบียร์ปนอยู่ ซึ่งเป็นอาหารที่ดีสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย จึงต้องเติมสาร Antiseptic โดยเติม quaternary ammonium เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์ ปิดฉลากและฟอยล์ บรรจุลงกล่อง

2. การบรรจุลงกระป๋อง

กระป๋องจะถูกส่งมาบน Pallet เครื่องจักรจะแยกเอา Pallet ออกไป ส่วนกระป๋องจะถูกลำเลียงมาตามสายพาน เข้าสู่เครื่องล้างกระป๋อง โดยใช้น้ำทำความสะอาด จากนั้นกระป๋องจะถูกลำเลียงเข้าเครื่องบรรจุ ก่อนการบรรจุกระป๋องจะต้องตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนเหมือนการบรรจุขวด จากนั้นจึงบรรจุเบียร์ ปิดฝา ผ่านเข้าเครื่อง Pasteurize แล้วบรรจุลงกล่องรอการจำหน่าย

3. การบรรจุเบียร์สด

เบียร์สดจะถูกบรรจุลงถัง keg ซึ่งมี 4 ขนาดคือ 10, 15, 30 และ 50 ลิตร เบียร์ที่ผ่านการกรองแล้วจะถูกนำไปเก็บใน Draught beer tank (DT) เมื่อมีการบรรจุเบียร์สด เบียร์ที่อยู่ในถัง DT จะถูกส่งผ่านเครื่องกรอง เพื่อกรองแยกจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเบียร์ออกไป จากนั้นเบียร์จะถูกส่งเข้าเครื่องบรรจุ ซึ่งมีอยู่ 4 หัว 3 หัวแรกเอาไว้สำหรับทำความสะอาดถัง keg ก่อนการบรรจุ

หัวที่1 ล้างถัง keg ด้วยเบส

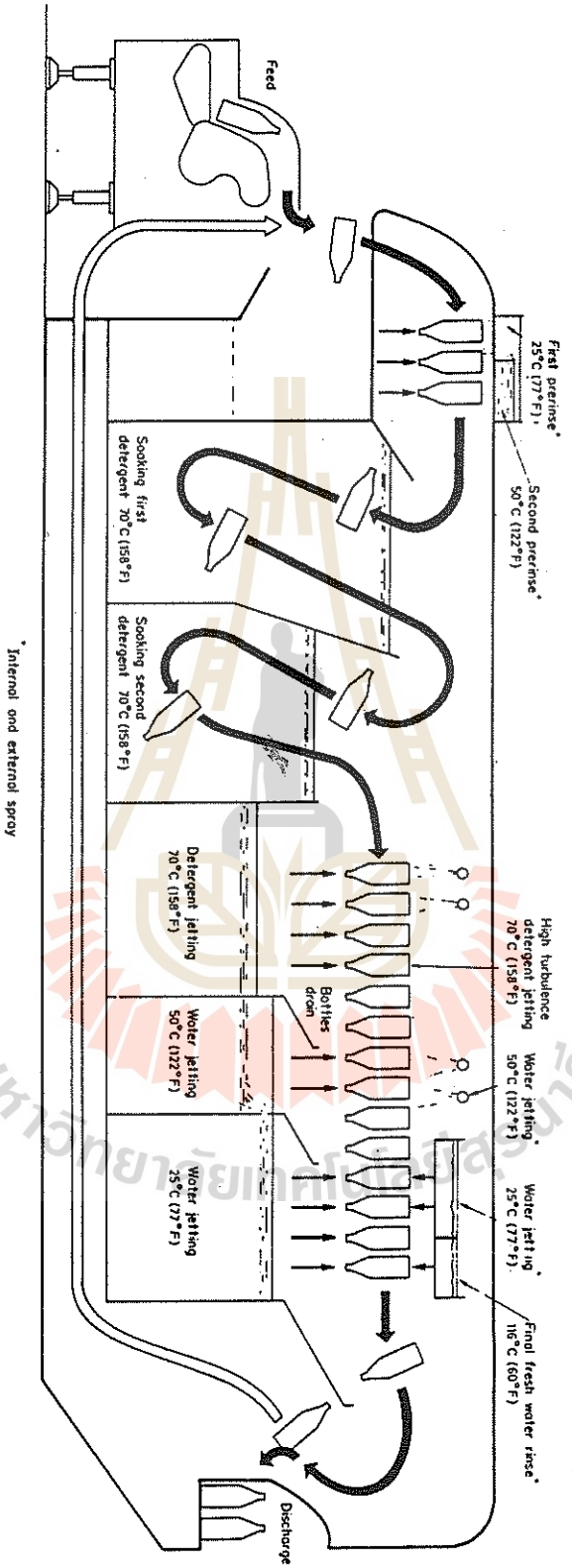
หัวที่ 2 ล้างถัง keg ด้วยน้ำร้อน

หัวที่ 3 ล้างถัง keg ด้วย steam

หัวที่ 4 บรรจุน้ำเบียร์เข้าถัง keg

ปิดผนึก ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนจำหน่าย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี


Feed
First prerinse* 25°C (77°F)
Second prerinse* 50°C (122°F)
Soaking first detergent 70°C (158°F)
Soaking second detergent 70°C (158°F)
Detergent jetting 70°C (158°F)
Water jetting 50°C (122°F)
Water jetting 25°C (77°F)
Bottles drain
High turbulence detergent jetting 70°C (158°F)
Water jetting* 50°C (122°F)
Water jetting* 25°C (77°F)
Final fresh water rinse* 116°C (60°F)
Discharge
*Internal and external spray

ระบบการบำบัดน้ำทิ้ง (Waste Water Treatment)

ระบบการบำบัดน้ำทิ้งได้รับการออกแบบให้บำบัดน้ำทิ้งได้สูงสุดถึงวันละ 800 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้เนื้อที่ 950 ตารางเมตร ระบบบำบัดน้ำทิ้งจะใช้วิธีการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง ด้วยระบบทางชีวภาพ 2 ขั้นตอน คือ

1. ระบบถังหมักไร้อากาศ (UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET:U.A.S.B)
2. ระบบตะกอนเร่ง (ACTIVATED SLUDGE)

โดยการใช้เชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายของเสียในน้ำจนค่าความสกปรกในน้ำหมดไป

กรรมวิธีการบำบัดน้ำทิ้ง

แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การเตรียมการบำบัดขั้นต้น(Pre – Treatment)

   น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต ซึ่งมีค่า BOD เฉลี่ย ประมาณ 1600 mg/l จะไหลเข้าสู่บ่อพักรวม (Equallizing tank) โดยผ่านตะแกรงกรองหยาบ (Screen) แยกเศษสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ออกก่อนเพื่อป้องกันไม่ให้เข้าไปทำความเสียหายแก่เครื่องจักร น้ำทิ้งในบ่อพักรวมนี้จะถูกกวนอยู่ตลอดเวลาเพื่อป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกตกตะกอน และเพื่อเป็นการปรับสภาพแวดล้อมต่างๆ ให้แก่น้ำทิ้ง ตั้งแต่ การปรับอุณหภูมิน้ำให้คงที่ โดยให้อยู่ในช่วง 21 – 34 องศาเซลเซียส ปรับค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของน้ำให้อยู่ระหว่าง 6.8 – 7.8

2. การบำบัดด้วยระบบถังหมักไร้อากาศ (Anaerobic system)

   เมื่อทำการปรับสภาพน้ำได้เหมาะสมแล้ว น้ำทิ้งจะถูกส่งต่อไปยังถังหมักแบบไร้อากาศ (Methane Upflow Reactor) เพื่อเลี้ยงจุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการสภาพไร้อากาศ โดยส่งเข้าทางด้านล่างของถัง น้ำจะไหลผ่านจุลินทรีย์หรือตะกอนที่อยู่ด้านล่างของถัง และจะถูกจุลินทรีย์ที่ย่อยสลาย ค่าความสกปรกในน้ำทิ้งอย่างต่อเนื่อง จนค่าความสกปรกในน้ำลดลง เหลือค่า BOD ประมาณ 80 – 160 mg/l จากนั้นก็จะผ่านขั้นตอนการแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำตะกอนส่วนใหญ่จะสามารถตกตะกอน ด้วยน้ำหนักของตัวมันเอง ส่วนตะกอนเบา(Pinpoint sludge) ที่ติดมากับน้ำซึ่งผ่านการบำบัดแล้วจะผ่านชุดแยกตะกอน (Settler) ซึ่งชุดแยกตะกอนนี้จะทำ 2 หน้าที่ ในเวลาเดียวกัน คือ แยกตะกอนเบาออกจากน้ำ และเนื่องจากระบบบำบัดน้ำทิ้งแบบไร้อากาศนี้ในขณะที่จุลินทรีย์ทำงาน จะได้ก๊าซชีวภาพ(BIOGAS) ออกมา ก๊าซชีวภาพที่ได้จะประกอบด้วย ก๊าซมีเทน (CH_4) 75 % ส่วนที่เหลือจะเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เพราะฉะนั้น ชุดแยกตะกอนนี้จึงมีหน้าที่แยกก๊าซออกจากน้ำด้วย น้ำที่ผ่านออกมาจากชุดแยกตะกอนนี้จะเป็นน้ำที่ถูกกำจัดสิ่งสกปรกออกแล้วมากกว่า 95 % จุลินทรีย์ที่ถูกแยกออกจะตกลงสู่เบื้องล่างของถัง เพื่อทำการย่อยสลายของเสียต่อไป ส่วนก๊าซที่ได้นี้ยังไม่มีโครงการที่จะนำกลับมาใช้ประโยชน์ เนื่องจากไม่คุ้มกับการลงทุน จึงได้ทำการเผาทิ้งไป

3. การบำบัดด้วยระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge)

   เนื่องจากน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ ถังหมักไร้อากาศยังมีค่าความสกปรก (BOD) ประมาณ 80 –160 mg/l ขึ้น อยู่กับ Load โดยค่าความสกปรกนี้จะอยู่ในรูปของสารที่ละลายน้ำ หรือสารแขวนลอยขนาดเล็ก (Colloidal) ซึ่งไม่สามารถตกตะกอนได้ จึงต้องนำเข้ามาเลี้ยงจุลินทรีย์ในบ่อที่ไม่เติมอากาศ (Aerator) ก็จะเริ่มย่อยสลายค่าความสกปรกในน้ำทิ้งอย่างต่อเนื่อง จนค่าความสกปรกในน้ำทิ้งลดลง จากนั้นจึงผ่านขั้นตอนการแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำโดยส่งไปยังถังตกตะกอน (Clarifier) จุลินทรีย์จะค่อย ๆ จมตัว แยกออกจากน้ำลงสู่ก้นบ่อก็จะได้น้ำสะอาด โดยมีค่า BOD ไม่เกิน 20 mg/l ออกมา จุลินทรีย์ที่ถูกแยกออกมาแล้ว จะถูกส่งกลับไปยังถังเติมอากาศวนไปเช่นนี้ตลอด และจะมีการแยกจุลินทรีย์ส่วนหนึ่งที่เป็น

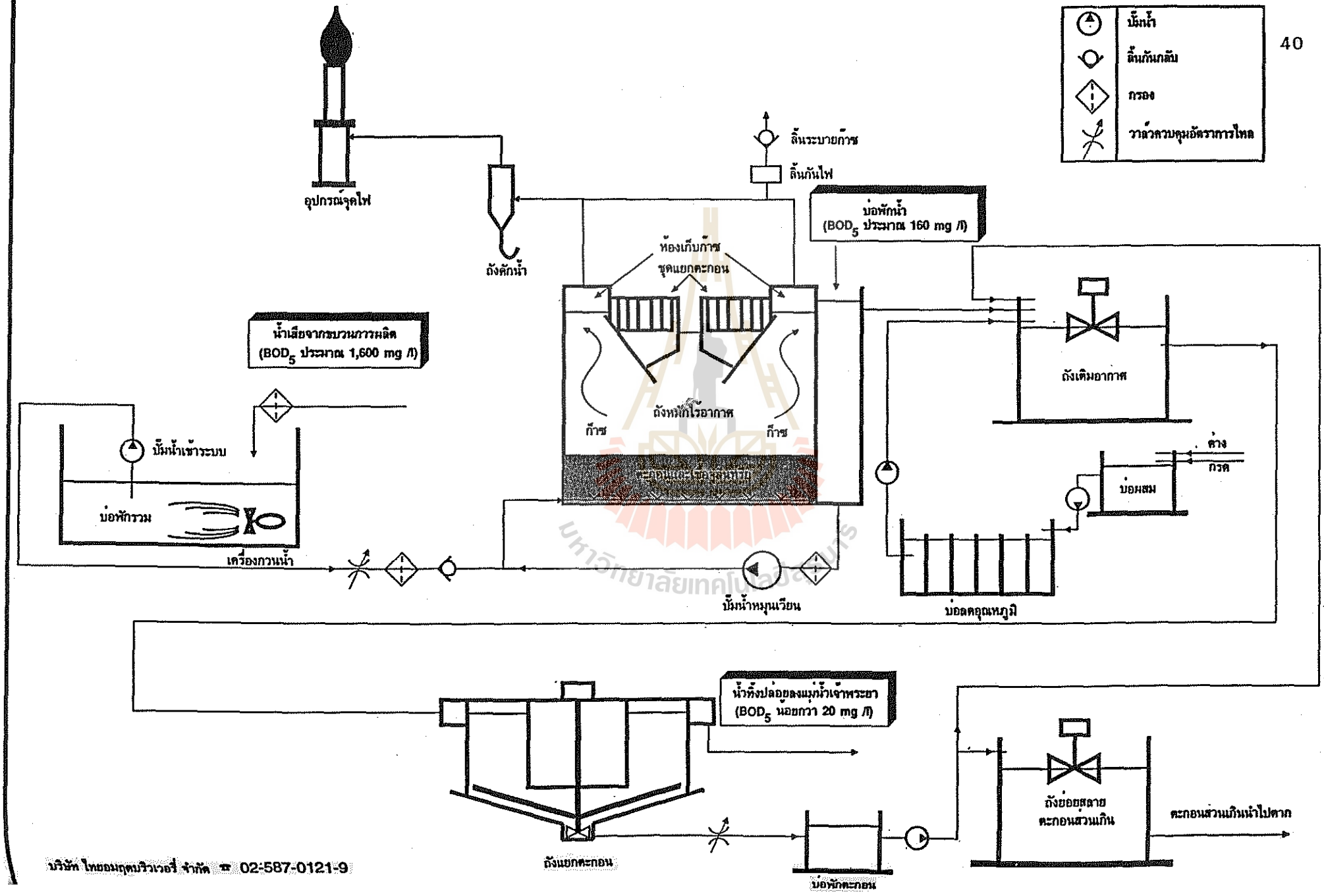
ส่วนเกินออกจากระบบส่งไปตากแห้ง ตะกอนแห้งที่ได้จากบ่อตกตะกอนข้างต้นพบว่า ตะกอนดังกล่าว สามารถนำไปปลูกพืชผักได้เจริญงอกงามเป็นอย่างดี นอกจากช่วยทำนุบำรุงดินแล้ว ยังช่วยปรับพื้นดินที่เสื่อมโทรมได้อีกด้วย

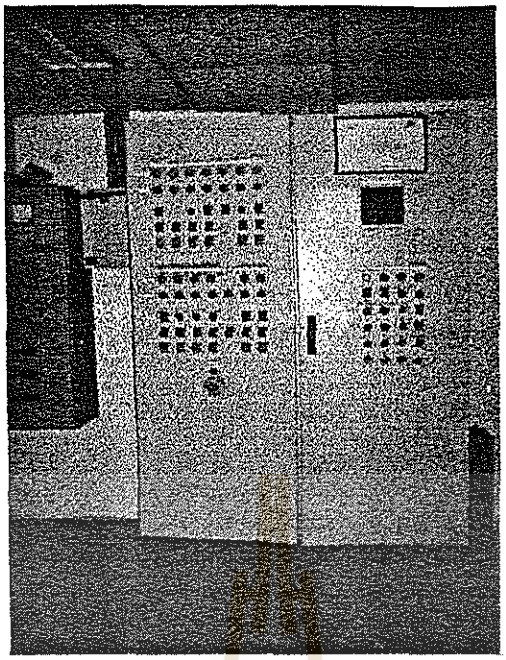
คุณภาพของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว จะมีคุณสมบัติดีกว่ามาตรฐานที่ทางกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนด โดย BOD จะอยู่ในช่วง 20 mg/l จึงสามารถปล่อยทิ้งลงสู่แม่น้ำได้

จุดเก็บตัวอย่าง

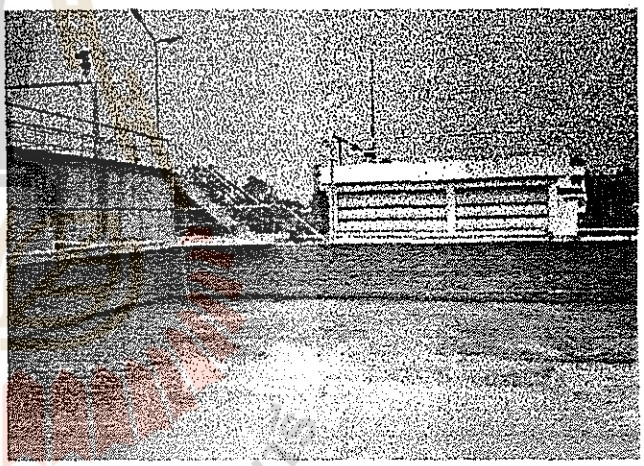
1. Influent water (น้ำที่เข้าสู่บ่อบำบัด)
2. Anaerobic system (น้ำในถังหมักแบบไร้อากาศ)
3. Anaerobic system effluent water (น้ำที่ระบายออกจากถังหมักแบบไร้อากาศ)
4. Aerobic system (น้ำในบ่อเติมอากาศ)
5. Aerobic system effluent water (น้ำที่ออกจากบ่อเติมอากาศ)
6. Effluent water drain to the river (น้ำที่ปล่อยสู่แม่น้ำ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี


ปั๊มน้ำ
ลิ้นกันกลับ
กรอง
วาล์วควบคุมอัตราการไหล
อุปกรณ์จุดไฟ
ถังดักน้ำ
ลิ้นระบายก๊าซ
ลิ้นกันไฟ
บ่อพักน้ำ
(BOD5 ประมาณ 160 mg /l)
ห้องเก็บก๊าซ
ชุดแยกตะกอน
ถังหมักไร้อากาศ
ก๊าซ
ก๊าซ
น้ำเสียจากกระบวนการผลิต
(BOD5 ประมาณ 1,600 mg /l)
ปั๊มน้ำเข้าระบบ
บ่อพักรวม
เครื่องกวนน้ำ
ปั๊มน้ำหมุนเวียน
ถังเติมอากาศ
ด่าง
กรด
บ่อผสม
บ่อลดอุณหภูมิ
น้ำทิ้งปล่อยลงแม่น้ำเจ้าพระยา
(BOD5 น้อยกว่า 20 mg /l)
ถังแยกตะกอน
บ่อพักตะกอน
ถังย่อยสลาย
ตะกอนส่วนเกิน
ตะกอนส่วนเกินนำไปตาก



WASTEWATER TREATMENT PLANT CONTROL

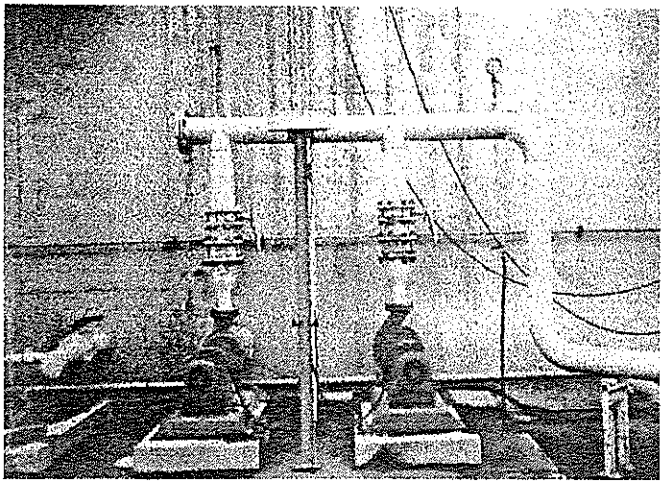


EQUALIZATION BASIN

- design influent flow: 3,200 m^3/h
- retention time : 9 hours
- corresponding volume of this basin : 1,200 m^3
- dimensions:according to lay-out and hydraulic profile
  - . length : 20.9 m
  - . width : 14.0 m
  - . water height : 4.1 m
  - . total height : 4.5 m
  - . liquid volume : 1,200 m^3

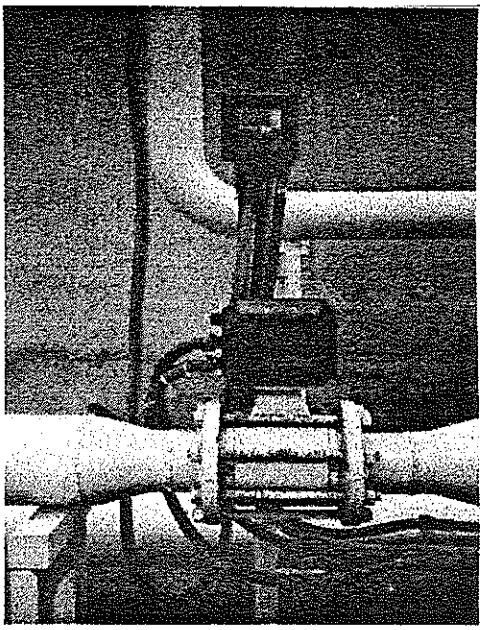
CURVED SCREEN

- max. influent flow: 100 m^3/h
- length of screen 1.2 m
- slot size : 0.5 mm



Wastewater feed Pump

Form Equalization Basin to Mur. Reactor



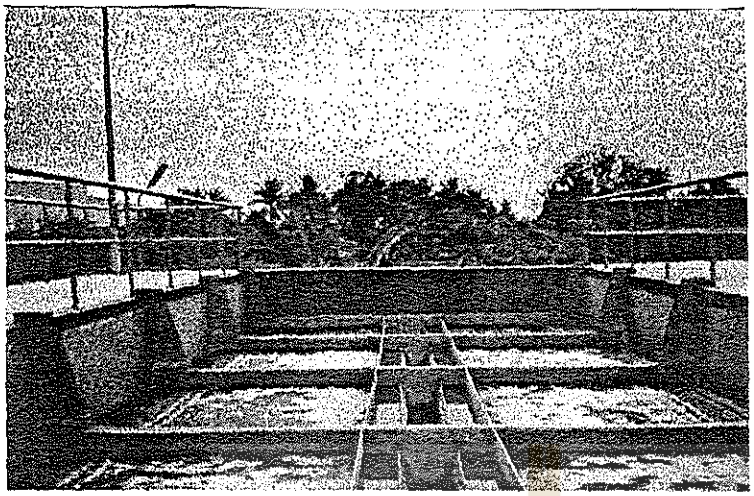
pH meter & Flow meter

EMERGENCY SHOWER

50 % NAOH TANK

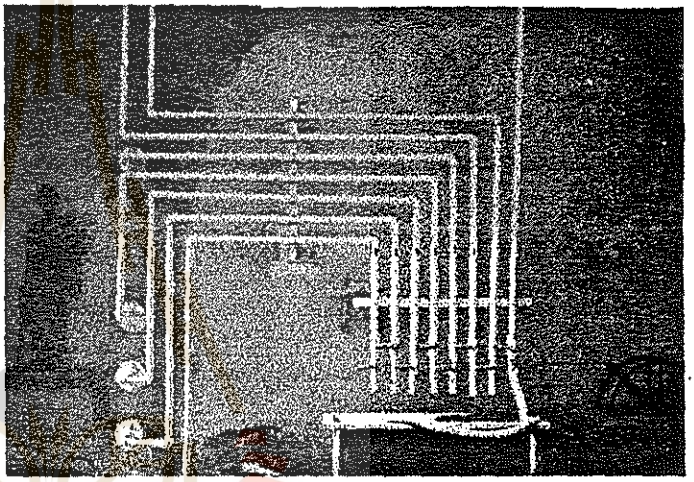
&

32% HCL TANK

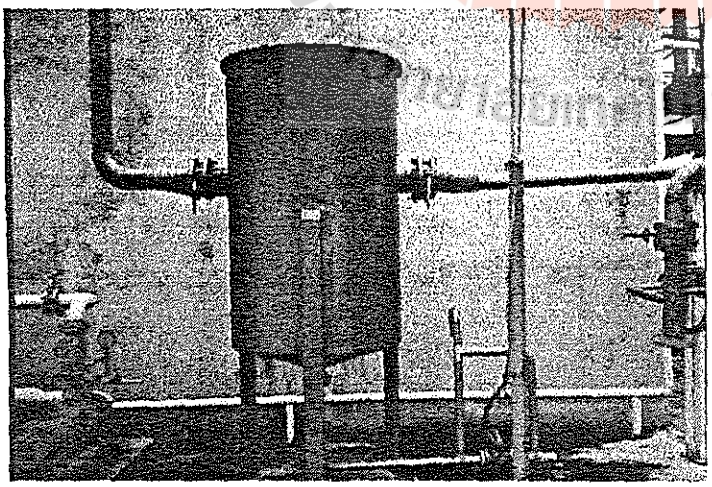


METHANE REACTOR

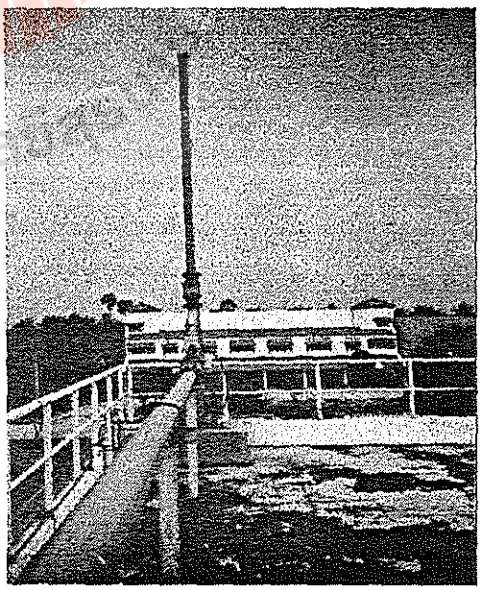
- design daily flow: 1,600 m^3/d
- Influent values : .COD 2,500 mg/l
  .BOD 1,600 mg/l
- reactor dimensions :
  . length : 14.8 m
  . width : 10.2 m
  . liquid (water) height : 6.0 m
  . active volume : 574 m^3
  . liquid volume : 960 m^3



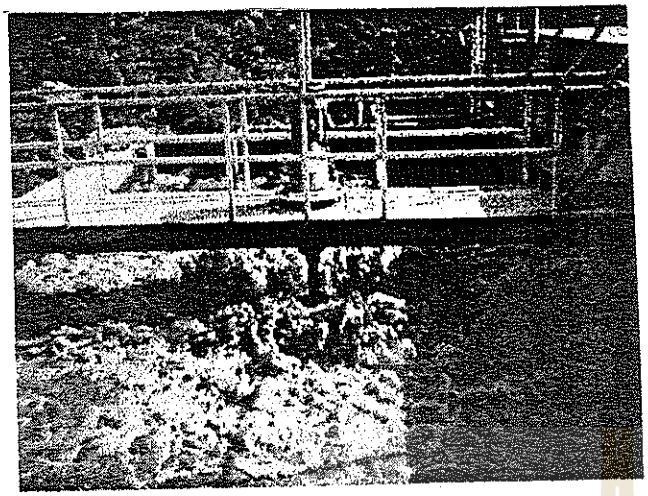
จุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียจาก บ่อ Mur.



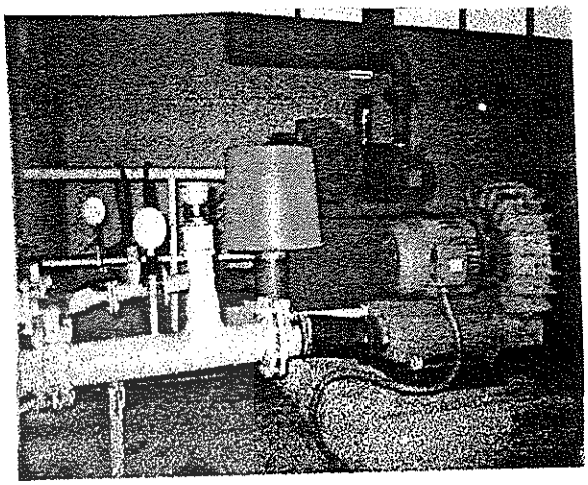
Biogas water trap



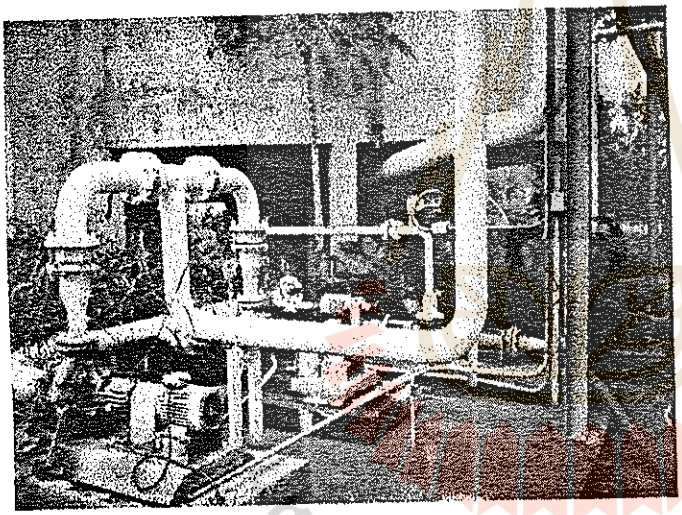
Biogas safety flare



AERATION TANK



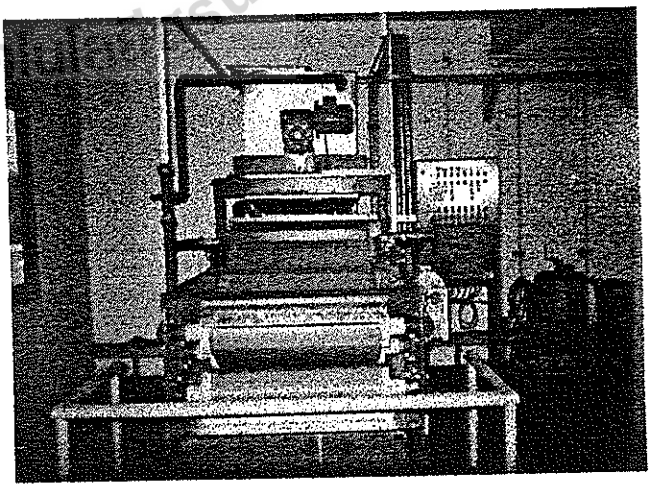
AERATION AIR BLOWER



ACTIVATED SLUDGE RECYCLE PUMPS

&

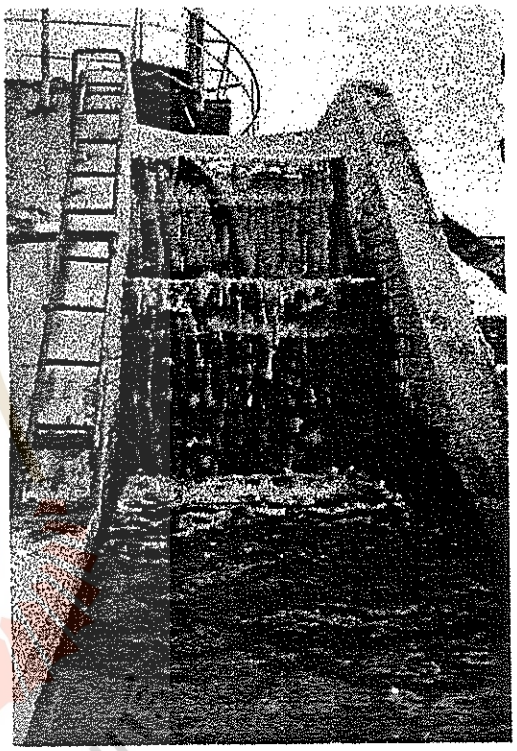
EXCESS SLUDGE PUMPS



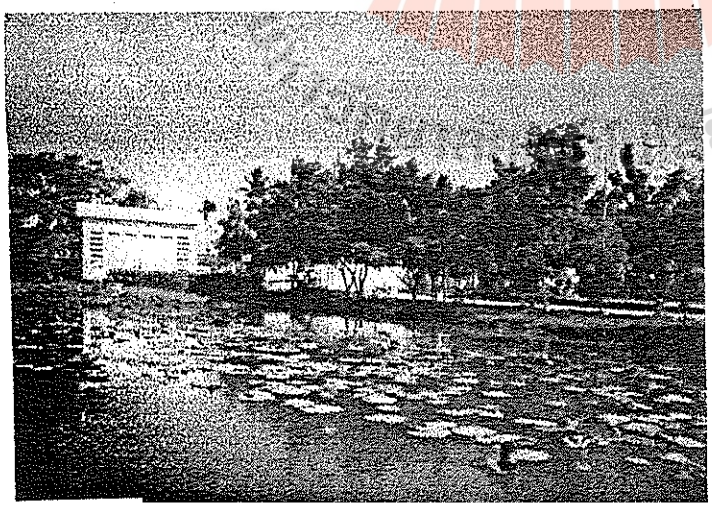
BELT PRESS

FINAL CLARIFIER TANK

- max. overflow rate : 1,600 m^3/d
- design sludge volume index SVI : 120 ml/g
- corresponding design surface load : 0.7 m/h
- corresponding required surface : 100 m^2
- corresponding diameter : 10 m
- water depth at the edge : 2.5 m
- effluent BOD_5t : 20 mg/l max.
- effluent COD : 70 mg/l max.
- effluent TSS : 30 mg/l max.



จุดเติมอากาศ แบบขั้นบันได



AERATED LAGOON

THAI AMARIT BREWERY - Pathum Thani

WASTEWATER TREATMENT PLANT

Month : Year :

PARAMETERS	DESIGN									AVE.
EQAUAL.BASIN										
pH	6.5 - 11									
Temp.	28 - 35°C									
CODt	2,500 mg/l									
BODt	1,600 mg/l									
TSS	250-500mg/l									
MUR INFLUENT										
Influent Flowrate	66.7 m3/hr.									
Influent Flowrate	1,600 m3/d									
pH	6.2 - 11									
MUR SP #3 : VFA										
MUR EFFLUENT										
pH / Temp	6.8-7.5 / 25-35									
VFA	< 500 mg / l									
COD	175 mg/l									
BOD	112 mg/l									
SV	< 2 mg/l									
TSS										
FINAL EFFLUENT										
pH	7.0 – 7.8									
Temp.	22 - 30°C									
D.O.Level	> 1 mg/l									
CODt	50 mg/l									
BOD5t	20 mg /l									
TSS	50 mg/l									
COMPUTATIONS										
HCl										
NaOH										
Biogas Prod'n	1,488 Nm3/d									
CODt Load	4,000 kg/d									
%COD Load	100									
%CODt rem. MUR	93%									
%CODt rem. overall	93%									

REMARKS :

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

THAI AMARIT BREWERY - Pathum Thani

WASTEWATER TREATMENT PLANT

Month : Year :

PARAMETERS	DESIGN									WKAVE.
SETTLING VOLUME										
SP1										
SP2										
SP3										
SP4										
SP5										
SP6										
pH/TEMP.										
SP1	6.8-7.5/25-35									
SP2	6.8-7.5/25-35									
SP3	6.8-7.5/25-35									
SP4	6.8-7.5/25-35									
SP5	6.8-7.5/25-35									
SP6	6.8-7.5/25-35									
AERATION TANK										
pH	7 – 8									
Temp.	22 - 30°C									
MLSS	3,000 mg/l									
MLVSS	2,100 mg/l									
D.O.LEVEL	1 mg/l									
Settling Volume										
RECYCLE SLUDGE										
TSS	1,200 mg/l									

Laboratory Analyst : .....

Approved by : .....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การควบคุมคุณภาพเบียร์

การควบคุมคุณภาพเริ่มจากการควบคุมวัตถุดิบ ซึ่งได้แก่ มอลท์ ฮ๊อปส์ ยีสต์ และน้ำ โดยก่อนจะส่งวัตถุดิบมายังโรงงาน จะมีสถาบันที่มีชื่อเสียง (COA.: Certificate of analysis) เกี่ยวกับเบียร์ได้วิเคราะห์วัตถุดิบเหล่านี้มาก่อนแล้ว และเมื่อมาถึงโรงงานก็จะมีการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งในขั้นตอนการผลิต

การวิเคราะห์ทางเคมี

Bitterness

ความขมของเบียร์มาจากฮ๊อปส์ (Hops) และความขมหลัก ๆ มาจาก กรดอัลฟ่า (∝-acid) อีกส่วนหนึ่งซึ่งจะละลายใน Iso-octane ที่ต้องเขย่าแรง ๆ เนื่องจาก เบียร์มีน้ำเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ การที่เขย่าแรง ๆ จะทำให้ ∝-acid ละลายใน Iso-octane ได้ดีและน้ำจะแยกชั้นกับ Iso – octane โดยน้ำจะอยู่ด้านล่าง และ Iso – octane จะอยู่ชั้นบน ซึ่งต้องดู Capacity ของถังหมัก Isomerize 30 % ,% ∝-acid ของฮ๊อปส์ เพื่อจะคำนวณความขม

ตัวอย่าง 20 % Bitterness unit

(20/30) x 100 = 67 * 30 = % Isomerize

67 / %∝-acid = จำนวน Hops(g) ที่เติมลงไปต่อลิตร

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. Iso – octane
2. HCl 6 N
3. UV – Spectrophotometer
4. Silica cuvettes 10 mm
5. Centrifuge
6. Pipettes
7. Centrifuge tube
8. Tubes

<u>วิธีการ</u>

1. นำตัวอย่างเบียร์มา Degas (ไล่ CO_2ออก) ถ้าเป็นเบียร์บรรจุ(ขวด, กระป๋อง) นำมา Degas แล้วใช้ได้เลยเพราะกรองแล้ว แต่ถ้าเป็นเบียร์ที่ยังไม่ได้กรองต้อง Degas ก่อนแล้วจึงนำตัวอย่างเบียร์ไป Centrifuge 25,000 rpm 10 นาที
2. Pipette ส่วนใสของตัวอย่างมา 10 ml
3. เติม 6 N HCl จำนวน 0.5 ml
4. เติม Iso – octane จำนวน 20 ml
5. นำจุกมาปิด Tube เขย่าแรง ๆ ประมาณ 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที รอให้แยกชั้น
6. เมื่อครบ 30 นาทีแล้ว นำส่วนใสด้านบนที่แยกชั้นใส่ใน Cuvettes นำไปวัดด้วยเครื่อง UV-Spectrophotometer ที่ 275 nm
7. บันทึกค่า Absorbance ที่ 275 nm ของตัวอย่างนำไปคำนวณ

การคำนวณ

Bitterness unit (ppm) = A_{275} x 50

A_{275} = The absorbance at 275 nm measure againt a reference of pure iso – octane

Polyphenol

มาจากเปลือกของมอลต์ จะทำให้เกิดความขุ่นในเบียร์ ปกติความขุ่นจะเกิดจากโปรตีน แต่อาจเกิดจากโปรตีน และ Polyphenols โดย Kieselgurh tank จะมีผงกรองหลายชนิดมารวมกัน ซึ่งทำหน้าที่ดึงโปรตีนออก หลังจากนั้นจะเข้า PVPP (Polyvinyl polypyreridone tank) ซึ่งจะดูว่า polyphenols ในเบียร์ก่อนกรองและหลังกรองลดลงไปมากเท่าใด

อุปกรณ์และสารเคมี

1. CMC/EDTA
2. Ferric agent
3. Ammoniua reagent
4. UV – Spectrophotometer
5. Silica cuvettes 10 mm
6. Centrifuge
7. Volumetric flasks 25 ml
8. Pipettes
9. Centrifuge tube

วิธีการ

1. นำตัวอย่างเบียร์มา Degas (ไล่ CO_2ออก) ถ้าเป็นเบียร์บรรจุ นำมา Degas แล้วใช้ได้เลย เพราะกรองแล้ว ถ้าเป็นเบียร์ที่ยังไม่ได้กรองต้อง Degas ก่อน หรือเป็น wort ต้องนำตัวอย่างเบียร์หรือ wort ไป Centrifuge 25 rpm 10 นาที
2. Pipettes ส่วนใสของตัวอย่างมา 10 ml ใส่ volumetric flasks
3. เติม CMC/EDTA จำนวน 8 ml ทั้ง Sample และ reference
4. เติม Ferric reagent 0.5 ml เฉพาะขวดที่เป็น sample
5. เติม NH_3 reagent 0.5 ml ทั้งขวด Sample และ Reference
6. ปรับปริมาตรให้ได้ 25 ml ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน
7. นำตัวอย่างใสใน Cuvettes นำไปวัดด้วยเครื่อง UV-Spectrophometer ที่ 600 nm
8. บันทึกค่า Absorbance ที่ได้นำไปคำนวณ

การคำนวณ

$$P = A \times 820 \times F$$

P = Polyphenols content (mg/l)

A = Absorbance at 600 nm

F = Dilution factor

Diacetyl

เป็น by- product ในระหว่างกระบวนการหมักเบียร์ เกิดจากการที่ยีสต์เจริญเติบโต ซึ่งจะมีกลิ่น คล้ายเนย ปริมาณ 0.5 mg/l ขึ้นไปคนเราจะ detect ได้ ปกติแล้วยีสต์จะ ใช้ FAN (Free Amino Nitrogen) ในการเจริญเติบโต โดยจะมี By product (diacetyl) เกิดขึ้นเมื่อปริมาณ FAN ลดน้อยลง ปริมาณของ Diacetyl ก็จะลดลงด้วย

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. UV- spectrophotometer
2. Silica cuvettes 10 mm
3. Centrifuge
4. Volumetric flasks 25 ml
5. Pipettes
6. Pamas and Markham still
7. Cylinder
8. O-phenylenodiamine

<u>วิธีการ</u>

1. นำตัวอย่างเบียร์ไป centrifuge ที่ 25,000 rpm 10 นาที
2. นำตัวอย่างส่วนที่ใสด้านบนตวงใส่ Cylinder 100 ml
3. นำตัวอย่างใส่ในเครื่องกลั่นไอน้ำ รอจนตัวอย่างในเครื่องกลั่นไอน้ำเดือด
4. นำ Volumetric flask มารองรับสารที่กลั่นได้ (distillate)
5. เมื่อได้ distillate หยดแรกให้จับเวลาประมาณ 8 - 10 นาที ในเวลา 8 – 10 นาทีนี้ ต้องให้ได้ 25 ml ของ Volumetric flask
6. นำ Distillate ที่ได้มา pipette ใส่ใน Tube จำนวน 10 ml และ Tube ที่ใส่น้ำกลั่น 10 ml ซึ่ง tube ที่ใส่น้ำกลั่นเป็น blank
7. เติม O- phenylenediamine 0.5 ml เขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืด 20 – 30 นาที
8. หลังจากนั้นนำมาเติม 4 N HCl จำนวน 2 ml และเขย่าให้เข้ากัน
9. นำตัวอย่างใส่ใน Cuvette นำไปวัดด้วยเครื่อง UV-Spectrophotometer ที่ 335 nm

IODINE TEST

ใน Mush tun จะทำให้มีอุณหภูมิสูง 72 ^{o}C ซึ่งจะมีเอนไซม์ Amylase จาก Malt จะทำการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลโดยสมบูรณ์(จะได้เป็น Wort) ทดสอบโดยใช้ Iodine test ค่าที่ได้ไม่ควรเกิน 0.2

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. UV-Spectrophoyometer
2. Silica cuvette 16 mm
3. Centrifuge
4. Pipette
5. Centrifuge tube
6. Ethyl alcohol absolute

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

7. I_2 solution

<u>วิธีการ</u>

1. นำตัวอย่างเบียร์ degas และ wort ไป centrifuge ที่ 25 rpm 10 นาที
2. Pipette ส่วนใสของตัวอย่าง มา 10 ml ใส่ในหลอด
3. เติม Ethyl alcohol absolute จำนวน 40 ml ลงในแต่ละหลอด
4. นำไปเขย่าด้วยเครื่อง Shaker นาน 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง
5. เทแอลกอฮอล์ออกเหลือแต่ตะกอนเอาไว้ เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 20 ml
6. เขย่าจนตะกอนละลาย
7. นำตัวอย่างที่เตรียมได้ใส่ Cuvette 40 mm นำไปวัดด้วยเครื่อง UV-spectrophetometer ที่ 578 nm โดยนำตัวอย่างแต่ละตัวมาวัดและจดค่าที่ได้ แล้วเติม I_2 จำนวน 0.5 ml ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากันแล้ววัดและจะค่าที่ได้

Free Amino Nitrogen

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. Tube
2. Color reagent
3. Glass ball
4. Water bath
5. Dilution reagent
6. Hot plate
7. Pipettes
8. UV- spectrophotometer
9. Silica cuvettes 10 mm
10. Rack

<u>การเตรียม Color reagent</u>

ซึ่ง Disodium hydrogen phosphate ($Na_2HPO_4.12H_2O$) 10 g , Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) 6 g , Ninhydrin 0.5 g และ Fructose 0.3 g ละลายให้หมดปรับปริมาตรใน Volumetric flask ให้เป็น 100 ml

<u>การเตรียม Dilution reagent</u>

ผสม Potassium iodate (KIO_3) 2 g ในน้ำ 600 ml และผสม 400 ml ของ 96 % (v/v) ethanol

เก็บที่ 5 $^{\circ}C$

<u>วิธีการ</u>

1. Pipette sample ,glycine น้ำกลั่นและตัวอย่างละ 2 ml ใส่ใน Tube คนละTube (glycine ใช้ 2 หลอด)
2. เติม Color reagent จำนวน 1 ml ใส่ใน tubes ทุก tubes แล้วปิดด้วยลูกแก้ว
3. ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลานาน 16 นาที
4. นำไปแช่ใน Water bath ที่ 20 $^{\circ}C$ นาน 20 นาที ทันที
5. เติม Dilution reagent จำนวน 5 ml ทุกหลอด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

6. เขย่าให้เข้ากัน นำตัวอย่างไปวัดด้วยเครื่อง UV – Spectrophotometer ที่ 570 nm โดยทันที วัดน้ำกลั่น Sample และ Glycine ตามลำดับ

การวิเคราะห์ทางจุลชีวะ

การเตรียมอาหาร AS

ส่วนประกอบ

1. เบียร์

วิธีเตรียม

1. ใส่เบียร์ลงในขวดเลี้ยงเชื้อประมาณ 1 ใน 3 ของขวด
2. ปิดจุกผ้าก๊อซและหุ้มด้วย ฟอยล์ให้เรียบร้อย
3. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วย autoclave

การเตรียมอาหาร NBB-B, NBB-C

วิธีเตรียม

1. ใส่อาหารสำเร็จรูป NBB-B,NBB-C ประมาณ 1/3 แล้วนำไปนึ่งด้วยเครื่อง Autoclave

การเตรียมขวดเก็บตัวอย่าง

ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ ,เบียร์

1. เติมน้ำลงในขวดเก็บตัวอย่างเล็กน้อย ปิดจุกผ้า ก๊อซและหุ้มด้วยฟอยล์
2. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วย เครื่อง Autoclave

ขวดเก็บตัวอย่าง CO_2

1. เติมสารละลายเกลือ 0.85 % ลงใน Flask ที่ใช้เก็บตัวอย่าง CO_2 ปิดจุกผ้าก๊อซและหุ้มด้วยฟอยด์
2. ปิด Flask ด้วยจุกเก็บตัวอย่างที่จะ strerilize ปลายสายยางหุ้มด้วยฟอยด์ ปลายแท่งแก้วหุ้มด้วยสำลีและฟอยด์ นำทั้ง 1,2 ไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วย autoclave

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

1. เปิดฝาจุกพลาสติกที่หุ้ม Sampling cock ออก เก็บไว้ในน้ำยาฆ่าเชื้อ จากนั้นเช็ด Alcohol 70 % ให้ทั่ว Sampling cock แล้วลนไฟที่ Sampling cock จากนั้นเช็ด Sampling ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ
2. ปิดจุกด้านบนของ Sampling cock แล้วไขตัวอย่างทิ้งไปก่อน
3. ลนไฟที่ปากขวดเก็บตัวอย่าง
4. เก็บตัวอย่างใส่ขวดเก็บตัวอย่าง จากนั้นปิด Sampling cock ด้วย
5. ดึงฝาจุกด้านบน Sampling cock ออก ฉีดล้าง Sampling cock ด้วย Alcohol ให้ชังใน Sampling cock ให้เต็ม แล้วปิดฝาจุกด้านบนของ Sampling cock

การเตรียมอาหาร BSNB

<u>ส่วนประกอบ</u>

1. เบียร์ 750 ml
2. นมจืดพลาสเจอร์ไรส์
3. Tomotopaste
4. Glucose
5. Yeast autolysate 100 ml
6. Brewwater 250 ml

(Yeast autolysate เตรียมโดยนำยีสต์ข้น ๆ มาต้มให้เซลล์ยีสต์แตกที่ 70 °C 4 –6 ชั่วโมง กรองเอาแต่น้ำ น้ำที่นำมาใช้เรียกว่า Yeast autolysate ในน้ำจะมีกรดอะมิโนและโปรตีนซึ่งจำเป็นต่อการเจริญของเชื้อต่าง ๆ)

<u>วิธีการเตรียม</u>

1. ผสมส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกัน คนจนเป็นเนื้อเดียวกันอย่างน้อยเป็นเวลา 15 นาที นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วย autoclave ที่ 121 °C (ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว) นาน 15 นาที
2. หลังจากนั้นปรับ pH ของส่วนผสมให้เป็นเบส โดยใช้ ammonia ปรับ pH ประมาณ 9
3. นำส่วนผสมที่ปรับ pH แล้วมากรอง โดยใส่ผงกรอง 2 ชนิด คือ Dicaside และ Cellulose ลงในกระดาษกรองบนกรวยกรอง (ใส่ Dicaside ก่อน Cellulose เพราะ Dicaside มีอนุภาคเล็กกว่า Cellulose)
4. นำส่วนผสมที่ผ่านการกรองไปปรับ pH ให้เป็นกรดด้วยกรดซัลฟิวริกปรับ pH 6.6 – 6.8
5. ถ่ายส่วนผสมในข้อ 4 ลงในขวดตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อ (25 ml bottle)ประมาณ 3 ใน4 ของปริมาตรขวด นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วย autoclave

การเตรียมอาหาร Meat – peptone-agar (MPA)

<u>ส่วนประกอบ</u>

1. Meat extract 3 g
2. Peptone 10 g
3. Agar 15 g
4. Sodiumchloride 5 g
5. น้ำกลั่น 1 ลิตร
6. NaOH 1 N

<u>วิธีการเตรียม</u>

1. ผสมส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกัน จากนั้นนำไปต้มจนส่วนผสมทั้งหมดละลาย
2. ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น และปรับ pH เป็น 7.2 และ 7.5 ตามลำดับด้วย NaOH
3. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วย autoclave
4. เก็บไว้ในที่เย็น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเตรียมอาหาร Wort-agar

ส่วนประกอบ

1. Wort 300 ml
2. Agar 4.5 g

วิธีการเตรียม

ละลายส่วนผสมเข้าด้วยกัน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วย autoclave

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ด้วยวิธี Countering Chamber

เป็นการวิเคราะห์ปริมาณของยีสต์ โดยนับจำนวนยีสต์จากกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ Methylene blue เป็นสีย้อมและเจือจาง

อุปกรณ์และสารเคมี

1. Pipette1 ml, 10 ml
2. Dropper
3. Counting Chamber slide
4. Cover slip
5. กล้องจุลทรรศน์
6. หลอดทดลอง
7. สีย้อม Methylene blue

การตรวจนับ

1. เจือจางตัวอย่าง 10 เท่า และ 100 เท่า ตามลำดับ (เจือจางตัวอย่าง 10 เท่า โดยปิเปตตัวอย่าง 1 ml เติม Methylene Blue 9 ml) (เจือจางตัวอย่าง 100 เท่า โดยการปิเปตตัวอย่าง ที่เจือจาง 10 เท่า 1 ml เติม Methylene blue 9 ml)
2. หยดตัวอย่างที่เตรียมไว้ลงบนเครื่องหมาย + บน Counting chamber ปิดทับด้วย Cover slip ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ
3. ตรวจนับด้วย Objective กำลังขยาย 400 เท่า
4. นับเซลล์ยีสต์ ในช่องที่กำหนด 4 ช่อง เพื่อหา

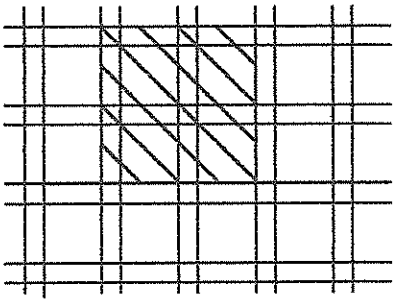
- Total cell yeast
- Buding cell yeast
- Death cell yeast

ข้อสังเกต : เซลล์ยีสต์ปกติจะมีลักษณะรี มีรูปร่างชัดเจน ใสไม่ติดสีของ Methylene blue

Buding cell จะเป็นลักษณะเซลล์ที่มีการแตกหน่อ

Death cell จะสังเกตเห็นเซลล์ติดสีน้ำเงินของ Methylene blue

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



คือบริเวณที่นับเซลล์

การคำนวณ

ตัวอย่าง	TC	%TC	BC	%BC	DC	%DC
นับครั้งที่ 1	8	$7.5 \times 10^2 \times 3.3 \times 10^4 = 24.75 \times 10^6$	2	20	1	6.67
นับครั้งที่ 2	7		1		0	

Factor counting chamber = 3.3×10^4

TC = Total cell , BC = budding cell , DC = Death cell

วิธีการคำนวณ

หา TC เฉลี่ย = 7.5

หา % TC = TC เฉลี่ย x จำนวนเท่าที่เจือจาง x ค่า Counting chamber

ซึ่งจากตารางได้เท่ากับ 24.75×10^6

หมายความว่า ในถังหมักมียีสต์ 24.75×10^6 /ml

หา BC เฉลี่ย = 1.5

$$\text{หา \% BC} = \frac{\text{BC เฉลี่ย} \times 100}{\text{TC เฉลี่ย}}$$

$$\text{หา \% DC} = \frac{\text{DC เฉลี่ย} \times 100}{\text{TC เฉลี่ย}}$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หลักการวิเคราะห์จุลินทรีย์โดยการกรองผ่านแผ่นกรอง

<u>หลักการ</u>

ใช้ตัวอย่างปริมาณ 100 ml โดยการกรองผ่านแผ่นกรองที่มีขนาด 0.2ไมครอน จุลินทรีย์ที่มี cell ใหญ่กว่า 0.2 ไมครอน (Bacteria) จะติดอยู่บนแผ่นกรอง วางแผ่นกรองบน wort agar ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเป็น colony สามารถตรวจนับได้

<u>อุปกรณ์สำหรับใช้ในการกรอง</u>

กรวยกรอง ทำจากสแตนเลส มีลักษณะเป็นกรวยที่สามาถแยกออกจากกันได้เป็น 2 ตอน เมื่อวางแผ่นกรองและมีที่รองรับแผ่นกรองที่มีลักษณะเป็นสแตนเลสที่มีรูพรุน เมื่อวางแผ่นกรองแล้วประกบกรวยทั้ง 2 ส่วน และใช้คลิปซึ่งเป็นส่วนประกอบของชุดกรองเครื่องมือ หนีบกรวยทั้งสองตอนเข้าด้วยกัน ท่อกรวยส่วนล่างจะเป็นที่ไหลผ่านตัวอย่างที่ผ่านการกรองลงเก็บใน flask ที่ติดกับ Vaccum pump แผ่นกรองเป็น Cellulose ที่มีขนาด 0.2 ไมครอน และต้องใช้ปั๊มดูดอากาศ

<u>วิธีการ</u>

1. การฆ่าเชื้อเครื่องมือ

    1.1 แผ่นกรองต้มฆ่าเชื้อในน้ำเดือดประมาณ 2 นาที

    1.2 ฆ่าเชื้อที่ช่วงรูพรุนสำหรับวางแผ่นกรองด้วย Alcohol 70 % โดยฉีดให้ท่วม จุดไฟให้ไฟเป็นตัวฆ่าเชื้อสำหรับกรวยฉีดด้วย แอลกอฮอล์ 95 % แล้วนำประกบเข้ากับช่องรูพรุน หนีบกรวยทั้งสองตอนเข้าด้วยกันปิดฝากรวยเปิดก๊อกให้ แอลกอฮอล์ไหลแล้วปิดก๊อก

    1.2 ต่อท่อสายยางเข้ากับ Flask เปิด Vaccum pump

2. การกรอง

    2.1 เทตัวอย่างลงในกรวย 100 ml เปิดก๊อกไขตัวอย่างรอจนตัวอย่างผ่านแผ่นกรองหมด แล้วปิดก๊อก

    2.2 ใช้ Forceps จุ่ม แอลกอฮอล์ ลนไฟคีบแผ่นกรองวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (Wort agar)

    2.3 นำไปบ่มที่ 72 °C 4 วัน

<u>การตรวจนับและการรายงานผล</u>

ตรวจนับจำนวนโคโลนี บนแผ่นกรองสังเกตว่าเป็นยีสต์ แบคทีเรีย หรือ รา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การหาค่า % Yeast Solid

เป็นการหาค่า % Yeast ที่มีอยู่ในถังหมัก ก่อนนำไปใช้ใน Generation ต่อไป

วิธีการ

หลังจากเก็บตัวอย่าง yeast ลงใน flask แล้วใส่ Antifoam เพื่อลดฟอง เขย่าให้ฟองยุบตัว เติม ยีสต์ลงในหลอด Centrifuge ที่มีขีดบอกปริมาตรชัดเจน เติมยีสต์ให้ถึงขีดของปริมาตร(เท่าใดก็ได้) นำหลอดไป Centrifuge ที่ 30 รอบx 100 rpm 10 นาที อ่านปริมาตรของเนื้อยีสต์และน้ำใส

การคำนวณ

ในแต่ละหลอดอ่านค่าปริมาตรยีสต์ และปริมาตรทั้งหมด

ตัวอย่าง

ปริมาตรยีสต์	ปริมาตรทั้งหมด
29	51
20	48
20	47
21	48
Solid yeast 82	Total volume 194

$$\% \text{ Yeast solid} = \frac{\text{Solid yeast}}{\text{Total volume}} \times 100 = \frac{82}{194} \times 100 = 42.27$$

ปริมาตรของยีสต์ที่จะใช้ต่อ 1 ถัง (สมมติ 1 ถังต้ม 6 ครั้ง ครั้งละ 315 hl) $= \frac{315 \text{ hl} \times 6 \times 0.5 \text{ l/ml}}{\%\text{Yeast solid}}$

$$= \frac{315 \text{ hl} \times 6 \times 0.5 \text{ l/ml}}{42.27} = 22.36 \text{ ลิตร}$$

315 hl คือ ปริมาตรของน้ำ wort ในถัง 1 ถัง

6 คือ จำนวนถังที่ใช้

0.5 l/ml คือ factor

การตรวจสอบผลการปนเปื้อน

Biological control Report Contamination

PB = Putrefaction bacteria

NF = Not found

CC = Coccus

LB = Lactic acid bacteria

CY = Culture yeast

UNC = Uncount

SSt = Short sticks bacteria

WY = Wild yeast

Evaluation : Growth within 3 days +++

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Growth within 4 - 6 days ++

Growth within 7 – 8 days +

<u>เฉพาะตัวอย่างที่เป็นน้ำ</u>

<u>BSNB</u> ถ้าอาหารใส ไม่ขุ่น ลงผล NF

แต่ถ้าอาหารขุ่นส่องกล้องดูว่าเป็น จุลินทรีย์ชนิดใด

- Short stricks bacteria ลงผล SST
- Coccus ลงผล CC
- Culture Yeast ลงผล CY
- Wild Yeast ลงผล WY
- Putrefaction Bacteria ลงผล PB

* Culture yeast คือเชื้อที่ใช้ในกระบวนการ

Wild yeast คือ เชื้ออื่น ๆ ที่นอกเหนือจากเชื้อที่เราใช้ในกระบวนการ

ตัวอย่างที่ลงในอาหาร BSNB มี 2 หลอด ถ้าหลอดหนึ่งหลอดใดพบการปนเปื้อนของเชื้ออื่น ให้ลงผลเป็น Positive

<u>NBB-B,NBB-C</u>

ตรวจหา Lactic acid bacteria ถ้าพบลงผล + ถ้าไม่พบลงผล –

<u>AS</u> ตรวจเช็คเช่นเดียวกันกับ BSNB

<u>MF</u> โคโลนีต้องไม่เกิน 100 โคโลนี ถ้านับไม่ได้ = UNC

<u>MPA</u> ตรวจหาแบคทีเรีย เยอรมัน นับโคโลนีห้ามเกิน 300 โคโลนี

ไทย นับโคโลนีห้ามเกิน 500 โคโลนี

<u>EMB</u> เช็ค E. Coli ถ้าพบจะมีลักษณะ Metallic sheen ลักษณะโคโลนีเป็นเงาโลหะ

น้ำต้องนำมาเช็คหาโคโลนีด้วยก่อนทุกครั้ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Microbiological Production Control (Schedule for Sampling and Cultivation)									
Section/Sampling Point	Time Schedule			Cultivation					
	d	w	m	NBB-B	BSNB	AS	SS	MF	NBB-C
Wort Cooling									
Whirlpool outlet		1			x	x			x
Plate-cooler outlet		1			x	x			x
Process Water (prerinse Water,before cooling)			1		x	x			
Fermentation/Maturation									
Yeast crop tank (yeast)				x	x	x			
Tanks at maturation (1 week before stabilization / filtration)	each tank				x	x			x
Rinsting water(of each cleaned tank before disinfection)					x	x			
Process Water yeast panel		1			x	x			
Each CCT before cooling after fermentation					x	x			
Pipe after CIP / Sterilization (water)		1			x	x			
Sterile water tank 85° C		1			x	x			
Filtration									
Kieselguhr filter outlet		1			x	x			
PVPP-filter outlet		1			x	x			
Trap filter outlet		1			x	x		x	
Buffertank 1 <start filtration>		1			x	x			
Buffertank 2	1				x	x			
Bright beer tank inlet	1				x	x			
Rinsting water of cleaned BBTs	each tank				x	x			
Dosing agent <dosing vessel>		1			x	x			
Pipe after CIP / Sterilization (water)		1			x	x			
Bottling									
BBT	1				x	x		x	
Filler inlet	1				x	x			
Last rinsing water of bottle cleaning machine	1				x	x			
Water for high-pressure injections		1			x	x			
Filled bottles <unpasteurized>	2 from each CCT				x	x	1daily	x	
Filled bottles <pasteurized>	1						2	x	
Cooling water for filler <purging water>		1			x	x			
Bottles from bottle cleaning machine		2*2			x	x			
Canning									
BBT	1				x	x		x	
Filler inlet	1				x	x			
Rinsing water of can rinser	1				x	x			
Cooling water for filler <purging water>		1			x	x			
Filled cans <unpasteurized>	2 from each CCT				x	x	1daily	x	
Filled cans <pasteurized>	1						2		

Section/Sampling Point	Time Schedule			Cultivation					
	d	w	m	NBB-B	BSNB	AS	SS	MF	NBB-C
Keg Filling									
BBT	1				×	×	×	×	
Flash pasteurizer inlet	1				×	×			
Flash pasteurizer outlet	1				×	×		×	
Buffer tank	1				×	×			
Keg filler inlet	1				×	×	×		
Cleaned kegs	2				×	×			
Filled kegs	2				×	×	×	×	
Service water	1				×	×			
Hot water	1				×	×			
Fine water	1				×	×			
CO_2		1			×	×			
CIP-Systems									
Fresh / Rinsingwater CIP-tank Brewhouse		1			×	×			
Fresh / Rinsingwater CIP-tank Coldblock		1							
Fresh / Rinsingwater CIP-tank Bouling		1			×	×			
Keg filling line *each production day					×	×			
CO_2									
Tankfarm		1			×	×			
Filter room <wash bottles>		1			×	×		×	
Bottle filler		1			×	×		×	
Can filler		1			×	×		×	
Rinsing water CO_2 recovery plant			1		×	×			
Distributor CO_2 recovery plant			1		×	×		×	
Compressed Air									
Wort aeration,Yeast aeration,Yeast propagation room,Tankfarm<wash bottles>		1			×	×		×	
Distributor <wash bottles>			1		×	×		×	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Section/Sampling Point	Time Schedule			Cultivation					
	d	w	m	NBB-B	BSNB	AS	SS	MF MF-P MF-E	NBB-C
Restbeer treatment									
Rinsing water of cleaned restbeer tank	1				×	×			
Restbeer after flash pasteurizer	1				×	×			
Process Water									
Well water			1		×	×		×	
Sandfilter<outlet>			1		×	×		×	
Service water reservoir <Demin. Feed water>			1		×	×		×	
Process water reservoir <pump outlet>			1		×	×		×	
Brewing Liquor									
Brewing liquor-reservoir			1		×	×		×	

additional:

Test for E.coli <100 ml>

Total count of organisms per ml

NBB-B + C must be used also in case of suspicion of beer-spoiling bacteria < to confirm the result >

Explanations to Microbiological Production Control (Schedule for Sampling and Cultivation)

Nutrious Solution:		Cultivation
NBB-B		8 days at 25-27oC
NBB-C		10 days at 25-27oC
BSNB	Special solution for beer spoiling organisms	8 days at 25-27oC
AS	Beer, aerobic <1/3 filled>	10 days at 25-27oC
SS	Stability sample, beer	90 days at 25-27oC
MF	Membrane filtration , wort agar	4 days at 25-27oC
MF-E	Membrane filtration , Endoagar	44 h at 37oC
MF-P	Membrane filtration , Peptonagar	44 h at 37oC
Aut	Autolysate	

d=daily

w=weekly

m=monthly

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ

Extract % ปลายข้าว

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. DLFU disc mill
2. Balance
3. Mashing bath
4. Funnel 220 mm
5. Paper filter 320 mm
6. Stop watch
7. Beer analyzer
8. Thermometer
9. Hot plate
10. น้ำ Brew
11. pH meter

<u>วิธีทำ</u>

1. บดละเอียดปลายข้าว 25 กรัม ใส่ใน Beaker stainless ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว
2. เติมน้ำ 200 ml ให้ความร้อนพร้อมคนจนอุณหภูมิ 90 $^{\circ}$C หยุดให้ความร้อน แล้วคนต่อจนอุณหภูมิ ลดลงเหลือ 70 – 75 $^{\circ}$C
3. เติมข้าวมอลต์ บดละเอียด 1 กรัม ตนจนข้าวเหลว ให้ความร้อนจนเดือดต่อ 5 – 10 นาที
4. นำบีกเกอร์ใส่ลงใน Mashing bath จนอุณหภูมิ 45 $^{\circ}$C
5. Extract ต่อตามวิธี Kongree ดังนี้

   อุณหภูมิ Mashing bath คงที่ ที่ 45 $^{\circ}$C เป็นเวลา 30 นาที

   อุณหภูมิ ขึ้นทีละ 1 $^{\circ}$C จนถึง 70 $^{\circ}$C และจะคงที่ที่ 70 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
6. นำบีกเกอร์ออกจาก Mashing bath ปล่อยให้เย็นปรับน้ำหนักให้ได้ 450 กรัมด้วย น้ำ
7. กรองผ่านกระดาษกรองโดย 100 ml แรกเทคืนกรองใหม่ ขับเวลาจนกรองเสร็จ (Rate of fill^{n})
8. นำ Wort ที่กรองแล้ววัด % P (%Eapp) จากเครื่อง Beer analyzer
9. นำ Wort ที่กรองได้ไปวัดค่า pH ด้วย pH meter

<u>การคำนวณ</u>

$E_C = \{ P(1600 + M_M + M_C) / 100 - P \} - E_M$

โดยที่ E_c = % Extract of Cereal (on-sample)

E_m = % Extract of Malt (on-sample)

M_m = % Moisture of Malt

M_c = %Moisture of Cereal

P = % of extract in eort (Ploto) = %Eapp

$E_c' = 100E_c / 100M_c$

E_c' = % Extract of cereal (on dry basis)

ตัวอย่าง M_c = 12.80%, M_m= 4.20%, E_m= 74.60%, P= 8.70%

E_c = { 8.70(1600+4.20+12.80)/ 100-8.70} –74.60 = 79.48%

E_c = (100 x 79.48)/(100-12.80)

= 91.10%

Extract of Malt (Kongress)

เพื่อวิเคราะห์

1. Saccharification rate
1. Ordour of Congress Mash
2. Rate of Filltration
3. Extract Find Grind (on sample)
4. Extract Coarse Grind (on sample)
5. Extract Find Grind (on dry basis)
6. Extract Coarse Grind (on dry basis)
7. Find – Coarse Difenrent

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. Mashing bath and Stirrer
2. DLFU disc mill
3. Analysis balance
4. Beaker 50 ml
5. Funnel 200 mm
6. Fluted filter paper 320 mm
7. Stop watch
8. Stop plate (pocelein)
9. Dropper
10. Spectular
11. Iodine solution 0.2 N
12. Flask 500 ml

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>วิธีทำ</u>

1. Extract Find Grind

1.1 นำ Malt มาบดละเอียด 50 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ 50 ml

1.2 ตวงน้ำกลั่นใส่ Mashing beaker 200 ml และใส่ Tube 100 ml

(Mashing beaker เป็น Standless ซึ่งชั่งน้ำหนักไว้แล้ว)

1.3 เปิดเครื่องตั้งโปรแกรมไปที่ Kongress กด Start

1.4 เมื่ออุณหภูมิ Mashing bath = 45°C ใส่ตัวอย่างข้าวมอลลืบดละเอียด 50 g ลงไปใน Mashing beaker เป็นเวลา 30 นาที

1.5 เมื่ออุณหภูมิได้ 70°C ให้เติมน้ำกลั่นจาก Tube 100 ml (70°C) ณ จุดนี้เริ่มจับเวลาหา Saccharification time ทุกๆ 5 นาที โดยหยดน้ำ Mashing ผสมไอโอดีนบน Spot plate สังเกตุสีของไอโอดีน บันทึกเวลา ณ จุดที่เป็นสีของไอโอดีน

1.6 อุณหภูมิ Mashing จะคงที่ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำ Mashing beaker ออกมาทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (ก่อนปเอา Mashing beaker ออกมา ให้ล้าง Stirrer ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย)

1.7 เช็ดบีกเกอร์ให้แห้ง แล้วปรับน้ำหนักด้วยน้ำ Brew ให้ได้ 450 กรัม

1.8 กรองผ่านกระดาษกรอง 100 ml แรก ให้เทกลับแล้วกรองใหม่ (ขณะกรองต้องเทให้หมดหรือคนให้ทั่วก่อน) จับเวลาจนกรอองหมด แล้วบันทึกเวลา

1.9 นำน้ำ Wort ที่กรองได้ ไปวัดค่า Beer Analyzer จะได้ค่า% E_{APP} (P)

<u>คำนวณ</u>

1. Extract % on sample

$E_1 = \{ P(M+800) \} / 100 - P$

2. Extract % on dry malt

$E_2 = \{ E_1 \times 100 \} / 100 - M$

3. Find – Coarse Difference

$= E_2$ % ของ Find – E_2%ของ Coarse

โดยที่ P = $\%E_{APP}$ = Extract in wort, g per 100 ml of wort

M = Moisture content

<u>วิธีการเตรียม Iodine Solution</u>

ชั่ง Iodine crystal 1.27 g และ Potassium iodine 2.50 g ละลายในน้ำกลั่น 500 ml เก็บใส่ในขวดสีชา และเก็บไว้ในที่มืด เตรียมทุกเดือน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Colour ASBC Method (International Method)

ควรจะ dilute << 10% Solution

Colour (EBC) = 25.0 x f x A_{430} nm

F = dilute factor = 10%

A_{430} = Absorbtion at 430 nm ที่ cuvett 1 cm

Colour (EBC) = ค่าที่อ่านได้ x F

<u>อุปกรณ์</u>

1. Mashing bath and stirrer
2. DLFU disc Mill
3. Analytical balance
4. Beaker 50 ml
5. Funnels diameter 200 nm
6. Fluted fillter paper diameter 320 nm
7. Stop plate (pocelein)
8. Stop watch
9. Dropper
10. Spectula
11. Flask 500 ml

<u>วิธีทำ</u>

1. เตรียมน้ำ 350 ml ลงใน beaker stainless ของเครื่อง Mashing
2. เตรียมน้ำ 50 ml ลงใน tube ของเครื่อง Mashing
3. เตรียม malt บดละเอียด 50 g ต่อ 1 ตัวอย่าง
4. เปิดเครื่อง Mashing ตั้งโปรแกรมมาที่ Harlong (Speed 200 rpm)
5. เมื่ออุณหภูมิ 45°C เครื่องจะร้องเตือนเติม Malt จากข้อ 3 ลงไป เติมน้ำ 50 ml จนครบ 1 ชม.
6. ปิดเครื่องนำเอา beaker stainless ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
7. ปรับน้ำหนักเป็น 450 g ด้วยน้ำ
8. กรองผ่านกระดาษกรอง SS 597 ½ 100 ml แรกให้กรองใหม่
9. นำน้ำ wort ที่กรองได้วัดค่า SP., $\%E_{APP}$ ที่ Beer analyzer

<u>คำนวณ</u>

1. Relative Extract at 45°C (Harlong)

   V_z45°C = (Extract 45°C mash / Extract Copngress Wort) x 100

2. Harlong NO. = (ΣV_z / 4) - 58

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Moisture Content

อุปกรณ์

1. DLFU disc Mill
2. Oven 105 – 108 °C
3. Moistire dishes and Cid (Alu.)
4. Dessicator
5. Analytical Balance
6. Forcep

วิธีทำ

1. อบถ้วย Alu. พร้อมฝา ประมาณ 30 นาที ปล่อยให้เย็นใน Dessicator 20 – 30 นาที ชั่งน้ำหนักถ้วย Alu. พร้อมฝา บันทึกค่า W_1
2. ใส่ตัวอย่าง Malt บดละเอียด 2 – 5 g ชั่งน้ำหนักพร้อมฝา บันทึกค่า W_2
3. นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 – 108 °C ประมาณ 3 ชั่วโมง (เปิดฝาขณะอบ) แล้วนำมาใส่ใน Dessicator ปล่อยให้เย็นประมาณ 30 นาที (ปิดฝาขณะออกจากตู้อบ) ชั่งน้ำหนักพร้อมฝา บันทึกค่า W_3

คำนวณ

$$\% \text{ Moisture Content} = \{ (W_2 - (W_3 - W_1)) / W_2 \} \times 100$$

โดยที่ W_1= น้ำหนักถ้วยAlu. พร้อมฝา (g)

W_2= น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (g)

W_3= น้ำหนักตัวอย่าง + ถ้วย Alu. + ฝาหลังอบ (g)

Aspera Roasted Malt Beer

Product: Aspera A/M Dosage ~ 13 g/hl = 1, EBC Malty Flavour Colour ~ 9500 EBC, Extract %Vol~45%, pH 3.5 – 4.5 Turbidity< 1.0 EBC

เพื่อวิเคราะห์ค่า

1. Extract % (w/w) Dilute = 20 g: 500 g
2. Colour (EBC) Dilute = 1ml: 100ml
3. PH
4. Bitterness

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Bitterness

อุปกรณ์และสารเคมี

1. Iso – octane (2,2,4 trimethy pentane)
2. Hyprochloric acid; approx 6M
3. UV spectrophotometer
4. Silica cuvettes
5. Centrifuge
6. Rotary shaker
7. Pipette
8. Centrifuge tubes

วิธีทำ

1. นำตัวอย่างที่เตรียมไว้เรียบร้อย Dilute 20 g: 50 g (w/w) นำไป Centrifuge ที่ 25 รอบ / นาที นาน 10 นาที
2. เติมตัวอย่าง 10 ml ลงในหลอดสำหรับเครื่องเขย่า
3. ปรับให้เป็นกรดด้วย 6 N Hydrochloric acid 0.5 ml
4. เติม Iso – octane 20 ml
5. นำไปเข้าเครื่องเขย่านาน 35 นาที
6. นำออกจากเครื่องและตั้งทิ้งไว้ 30 นาที (หรือนำไป Centrifuge ก็ได้)
7. ดูดส่วนใสด้านบน และนำไปวัดค่า absorbance ที่ 275 nm ดดยใช้ Iso – octane เป็น Blank

คำนวณ

Bitterness = A x 50 EBC

หมายเหตุ – Cuvett ที่ใช้ต้องแห้งสนิท

- ถ้า sample ไม่มีตะกอน ไม่ต้อง Centrifuge ก็ได้

Nitrogen and Protein

เพื่อวิเคราะห์ค่า

1. Soluble Nitrogen
2. Total Nitrogen
3. Soluble Protein
4. Protein Content

อุปกรณ์และสารเคมี

1. DLFU disc Mill
2. Analytical Balance
3. เครื่อง digest และเครื่องกลั่น Kjeldahl
4. Pipette, Burette
5. Flask 250 ml

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

6. H_2SO_4 98%, H_2 free
7. Catalyst mixture (1 kg K_2SO_4 + 30 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$)
8. NaOH (450 g/l, 40 – 50%)
9. Zinc granules
10. Boric acid (20 g/l)
11. HCl 0.1 M
12. Screened Bromcresol green Indicator (0.1 g Bromcresol green 3.3' –5, 5' – tetrebromo –m- Cresol Sulfonic phthalein) in 100 ml 95% Ethanol = A

    0.1 methyred in 100 ml 95% Ethanol = B A : B = 10 : 4

<u>วิธีทำ</u>

1. บด Malt ให้ละเอียด 1 g บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ลงใน Kjeldahl flask เติม 10 g CATALYST ๖ษฒโซญ H_2SO_4 20 ml เขย่าให้ผสมกัน
2. Digest เริ่มต้น Set อุณหภูมิ 200° C ประมาณ 10 นาที ปรับเป็น 400°C จนได้สารละลายเขียวใส
3. ปล่อยให้เย็นและค่อยๆ เติมน้ำ 50 ml
4. หลังจากเย็นแล้วเติมเม็ด Zing แล้วนำไปเข้าเครื่อง Kjeldahl distillat โดยจะมีการเติม 50 – 70 ml conc. %NaOH หรือสังเกตุการเปลี่ยนเป็นสีเทาฟ้า
5. เริ่มกลั่นโดยที่ NH_3ที่กลั่นได้จะลงสู่ Boric acid 25 ml ใน flask + 0.5 ml (10หยด) ของ Screened Indicator กลั่นจนได้สารละลายใน flask ดังกล่าวครบ 180 ml
6. นำไปไตเตรทด้วย STD HCL 0.1N Endpoint เป็นสีชมพูอ่อน

Soluble Nitrogen

<u>วิธีทำ</u>

1. นำ Wort ที่ได้จากการกรอง Extract Find Grinds 20 ml ใส่ใน Kjedahl flask Evap จนเกือบแห้ง (เพื่อป้องกันการกระเด็น)
2. ทำตามขั้นตอนดังกล่าว เริ่มตั้งแต่ใส่ catalyst ใน 10 g

<u>การคำนวณ</u>

1. Total Nitrogen % (on sample) = { [HCL] x 14 x V_{HCL} x 100} / (w x 100)

   Total Nitrogen% (on sample) = {Total Nitrogen (on sample) x 100 } / (100 – M.C.)

   โดยที่ [HCL] = ความเข้มข้น HCL = 0.1N

   V_{HCL} = ปริมาตร HCL

   W = น้ำหนัก Sample malt บดละเอียด
2. Protein Cntent % (dry basis) = Total Nitrogen (on dry basis) x 6.25
3. Soluble Nitrogen (on dry malt) = {[HCL] x 14 x V_{HCL}} /V g/l ของ wort

   % Soluble Nitrogen = {[HCL] x 14 x V_{HCL} x E_1}/ (VxE$_w$ x 10)

   โดยที่ E_1= %extract จาก dry malt

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

$E_w = E_{APPERANT}$ = % Plato = g/100ml of wort

V= Sample (wort) = 10 ml

Soluble Nitrogen = % Soluble Nitrogen (on dry malt) x 1000

4. % Soluble Protein = % Soluble Nitrogen (on dry malt) x 6.25

   Soluble Protein (mg/100g) = % Soluble Protein x 1000

5. Kolbach Index = { % Soluble Nitrogen (on dry malt) / %Total Nitrogen (on dry malt)} x 100

Ferment ability of Congress wort (48h)

Fermentability (Attenuation limit) of wort and beer using a yeast procedure

<u>อุปกรณ์</u>

1. Conical flasks 500 ml
2. U – tube fitted with a stopper and Containing either water or liquid parefin
3. Mechanical shaker
4. Filter funnels
5. Distilled water
6. Yeast fresh (from yeast crop.)
7. Balance
8. Pipette
9. Beer analyzer
10. กระดาษกรองเบอร์ 1

<u>วิธีทำ</u>

1. ต้ม wort ให้เดือด (เพื่อ inhibit analytic enzyme) ปล่อยให้เย็นแล้วปรับน้ำหนักให้เท่าเดิมด้วยน้ำกลั่น
2. วัดค่า Origin gravity
3. pipette 200 ml wort จากข้อ 1 ใส่ใน flask ขนาด 500ml เติม yeast 15 g ลงไป ปิดด้วย U – tube
4. นำไปตั้งบน shaker เพื่อให้ yeast เกิด suspension เสมอ ประมาณ 48 ชั่วโมง วัดค่า Original gravity

<u>การคำนวณ</u>

%Apparent Attenuation = $\{ (E - E_a) / E^2 \} \times 100$

E = Extract of wort or original extract of beer in g/100 ml

E_a = Apparent extract of ferment wort or refermented Beer in g/100 ml (EBC method)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การหา % Fatty acid โดยการใช้เครื่อง Sochlet

1 Sifon คือ 1 รอบที่สารสกัดออกมาเคลื่อนที่ขึ้นและลง

- ใช้ปลายข้าวบดละเอียด Thimble 1 g (ใช้ 2 Thimble)
- ต้องการ 20 sifon เพราะฉะนั้นต้องจับเวลาว่า 1 sifon ใช้เวลากี่นาที Sifon แรกยังไม่ต้องจับเวลาเพราะความร้อนไม่คงที่

ตัวอย่าง 1 sifon ใช้เวลา 5 นาที

17 sifon ที่เหลือใช้เวลา = 5 x 17 = 85 นาที

Free Amino Nitrogen (FAN) dry basis

ด้วยวิธี ninhydrin Colorimetric Method

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. Spectrophotometer
2. Pipettes, Volumetric flask 100 ml
3. Boilling water bath (heater + water bath) และ water bath 20°C +_0.1 °C
4. Test tubes 16 x 160 mm
5. Glass balls diameter 20 – 25 mm
6. Colour Reagent (100g Na_2HPO_4 $12H_2O$: 0.6g KH_2PO_4: 0.5g Ninhyzdrin: 3g Fructose pH ต้องอยู่ระหว่าง 6.6 – 6.8 เก็บไว้ได้ 2 สัปดาห์ ในขวดแก้วสีชา เก็บในตู้เย็น)
7. Dilution Reaent (0.5 g KIO_3 ใน 150 ml H_2O + 100 ml of 96% Ethanol)
8. Glycine stock solution
9. Glycine standard solution

<u>วิธีทำ</u>

1. เตรียม sample
2. โดยปิเปต wort มา 1 ml เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml ใน volumetric flask 100 ml
3. ปิเปต sabple ที่ dilute แล้วใส่ใน test tube จำนวน 2 หลอด หลอดละ 2 ml
2. เตรียม blank โดยปิเปตน้ำกลั่นใส่ใน test tube จำนวน 2 หลอด หลอดละ 2 ml
3. เตรียม Standard
4. pipette Glycine standard solution ใส่ใน test tube จำนวน 2 หลอด หลอดละ 2 ml
4. นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ในข้อ 1 – 3 เติม Colour Reagent หลอดละ 1 ml ทุกหลอดวางลูกแก้ว(glass ball) บน Test tube เพื่อป้องกันการระเหย
5. วาง test tube ในน้ำเดือดนาน 16 นาที
6. นำๆไปวางไว้ใน water bath 20 °C นาน 20 นาที
7. เติม Dilution Reagent หลอดละ 5 ml ทุกหลอด เขย่าให้เข้ากัน
8. วัด absorbance ที่ 570 nm ภายใน 30 นาที (โดยใช้น้ำกลั่น Set zero และใช้เป็น reference)

การคำนวณ

$$FAN\ (mg/l) = \{ (A_P - A_B - A_F) \times 2 \times d \} / (A_S - A_B)$$

FAN = Free Amino Nitrogen (mg/l)

A_P = Absorbance of test solution

A_B= Absorbance of blank

A_F= Absorbance for the correction for dark wort and beers

A_S= Absorbance of glycine standard solution

d = Dilution of factor the sample (100)

การวิเคราะห์น้ำ

แผนการเก็บตัวอย่างน้ำ แผนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

วัสดุอุปกรณ์

1. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ ขนาด 300 ml., 1,000 ml., 2,000 ml.
2. Marker

แผนการเก็บตัวอย่าง Process water และ Service water

ตัวอย่าง	จุดเก็บตัวอย่าง	กำหนดการเก็บตัวอย่าง	ปริมาณตัวอย่าง
Process Water	1. water plant 2. Yeast plant 3. CCT Cleaning 4. Purging water to Filler 5. Draft Beer 6. Bottle washing 7. Can Rinsing	1. ทุกวันที่มีการผลิต 2. ทุกวันที่มีการกรองเบียร์และกรณีพิเศษอื่นๆ 3. ทุกวันที่ไม่มีการบรรจุเบียร์ 4. ทุกวันที่มีบรรจุเบียร์ 5. ทุกวันที่มีการบรรจุเบียร์สด 6. ทุกวันที่มีการบรรจุเบียร์ขวด 7. ทุกวันที่มีการบรรจุเบียร์กระป๋อง	ประมาณ 300 ml
Survice water	Water plant	ทุกวันที่มีการผลิต	ประมาณ 300 ml

แผนการเก็บตัวอย่าง Brew water, Process water และ Deep well water

ตัวอย่าง	จุดเก็บตัวอย่าง	กำหนดการเก็บตัวอย่าง	ปริมาณตัวอย่าง
Brew water	Storage tank at 35°C	1. ก่อนการ brewing 1 วัน และวันที่ brewing	ประมาณ 1,000 ml
Process water	Water plant	กรณี Deep well water อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง	
Deep well water	บ่อบาดาล	2. ทุก 4 เดือนกรณีส่งไปเยอรมัน	ประมาณ 2,000 ml

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แผนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

Test item	การวิเคราะห์ทุกครั้งที่เก็บตัวอย่าง			การวิเคราะห์ประจำเดือน		
	Brew water	Process water	Deepwell water	Brew water	Process water	Deep well water
Ca^{2+} ppm	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mg^{2+} ppm	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Fe^{2+} ppm	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mn ppm				✓	✓	✓
Cu^{2+} ppm				✓	✓	✓
Cl^{-} ppm				✓	✓	✓
SO_4^{2-} ppm				✓	✓	✓
NO^{2-} ppm				✓	✓	✓
NO^{3-} ppm				✓	✓	✓
NH^{4+} ppm				✓	✓	✓
PO_4^{3-} ppm				✓	✓	✓
Sio_2 ppm				✓	✓	✓
Total hardness °d	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Alkalinity °d	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Calcium hardness °d	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Magnesium hardness °d	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Residual alkalinity °d	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Conductivity s °d				✓	✓	✓
$KMnO_4$- Consumption ppm				✓	✓	✓
Oil				✓	✓	✓
Odour / taste	✓	✓	✓	✓	✓	✓
pH	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Turbidity	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Free Chlorine ppm		✓		✓	✓	✓

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

1. เปิด Sample value เพื่อถ่ายเทน้ำที่ตกค้างอยู่ในท่อ ทิ้งให้หมด ใช้เวลาอย่างน้อย 3 นาที
2. Rins ขวดเก็บตัวอย่าง และฝาด้วยน้ำตัวอย่าง
3. เก็บตัวอย่างน้ำ ใส่ขวดเก็บตัวอย่าง ปิดฝาให้เรียบร้อย เขียนชื่อตัวอย่างน้ำและวันที่เก็บตัวอย่างไว้ข้างขวด

การวิเคราะห์ Hardness of water

อุปกรณ์และสารเคมี

1. Conical flask ขนาด 250 ml
2. Pipette ขนาด 10, 100 ml
3. Burette
4. Solution B (Solution A = 178.57 ml/l หรือ Titriplex 3 = 6.625 g/l)
5. Ammonia buffer solution {NH_4Cl 16.9 g + NH_4OH 143 ml + (EDTA 1.179 g + $MgSO_4$. $7H_2O$ 0.78 g + น้ำกลั่น 50 ml)}
6. NaOH เข้มข้น 1N (NaOH 40 g/l)
7. Eriochrome Black T indicator
8. Murexide indicator
9. ลูกยาง

วิธีทำ

1. Total hardness
   - 1.1 Pipette ตัวอย่าง ปริมาตร 100ml
   - 1.2 เติม Ammonia buffer solution ปริมาตร 3 – 5 ml
   - 1.3 เติม Eriochrome Black T indicator เล็กน้อย จะได้สารละลายสีชมพู
   - 1.4 Titrate ด้วย Solution B จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีฟ้า บันทึกปริมาตรของ titrant ที่ใช้ = V1 หน่วยเป็น ml
2. Calcium hardness
   - 2.1 Pipette ตัวอย่าง ปริมาตร 100 ml
   - 2.2 เติม NaOH เข้มข้น 1.0N ปริมาตร 3 – 5 ml
   - 2.3 เติม Murexide indicator เล็กน้อย จะได้สารละลายสีชมพู
   - 2.4 Titrate ด้วย Solution B จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีฟ้า บันทึกปริมาตรของ titrant ที่ใช้ = V2 หน่วยเป็น m

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การคำนวณ

1. Total hardness (°d) = V1 (ml ของ solution B)

   Total hardness (ppm) = V1(ml ของ solution B) x 17.8

2. Calcium hardness(°d) = V2 (ml ของ solution B)

   Calcium hardness(ppm) = Calcium hardness(°d) / 0.14

3. Magnesium hardness(°d) = V1 – V2

   Magnesium hardness (ppm) = Magnesium hardness(°d) / 0.23

การวิเคราะห์ Alkalinity of water

อุปกรณ์และสารเคมี

1. Conical flask ขนาด 250 ml
2. Pipette ขนาด 100 ml
3. Hydrochloric conc. 0.1 N
4. Methyl orange
5. Burette
6. Rubber

วิธีการ

1. Pipette ตัวอย่างปริมาตร 100 ml
2. เติม Methyl orange ประมาณ 10 หยด จะได้สารละลายสีเหลือง
3. ไทเทรตด้วยกรด Hydrochloric เข้มข้น 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีส้ม บันทึกปริมาตรของไทแทรนต์ที่ใช้ = V_3 ml
4. การคำนวณ

$$\frac{\text{Alkalinity (°d)}}{\text{(mg CaO / 100 ml)}} = V_3 \text{ ml} \times 2.8$$

$$\frac{\text{Alkalinity (ppm)}}{\text{(as } CaCO_3 \text{ mg / l)}} = V_3 \text{ ml} \times 49.8$$

$$\text{Residual Alkalinity, (RA) (°d)} = \frac{\text{Alkalinity} - (\text{Calcium hardness} + \frac{1}{2}\text{ Magnesium hardness})}{3.5}$$

การวิเคราะห์ $KmnO_4$ Consumption of water

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. ชุด Reflux
2. Erlenmeyer flask ขนาด 500 ml
3. Pipette ขนาด 10,15,100 ml
4. Burette ขนาด 25 ml
5. Volumetric flask ขนาด 100 ml
6. ละลาย Oxalic acid เข้มข้น 0.1 N (Oxalic acid 6.303 g / l ใช้ภายใน 2 – 3 สัปดาห์)
7. สารละลาย $KmnO_4$ เข้มข้น 0.12N ($KmnO_4$ 3.161 g /l เก็บไว้ในขวดสีชาและที่มืด
8. กรด Sulphuric เข้มข้น 25 % ($H_2SO_{4\ conc}$: H_2O = 1:3)
9. Heater
10. ลูกยาง
11. ถุงมือ
12. Stand
13. นาฬิกาจับเวลา

<u>วิธีการ</u>

1. เตรียมสารละลาย Oxalic acid เข้มข้น 0.01 N

   Pipette สารละลาย Oxalic acid เข้มข้น 0.01 N ปริมาตร10 ml ลงใน Volumetric flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ให้มีปริมาตรรวม 100 ml ปิดฝา Volumetric flask ให้เรียบร้อย คว่ำ Volumetric ขึ้นลงประมาณ 20 ครั้ง
2. เตรียมสารละลาย $KmnO_4$ เข้มข้น 0.01 N

   Pipette สารละลาย $KmnO_4$ เข้มข้น 0.1 N ปริมาตร 10 ml ลงใน Volumetric flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวม 100 ml ปิดฝา Volumetric flask ให้เรียบร้อย คว่ำ Volumetric Flask ขึ้นลงประมาณ 20 ครั้ง
3. Pipette ตัวอย่าง 100 ml เทลงใน Erlenmeyer flask ทำ 2 ตัวอย่างซ้ำกัน
4. เติมกรด Sulphuric เข้มข้น 25 % ปริมาตร 5 ml ต้มให้เดือด
5. เติมสารละลาย $KmnO_4$ เข้มข้น 0.01 N ปริมาตร 15 ml สารละลายเป็นสีชมพูม่วง
6. Reflux ให้เดือด 10 นาที
7. เติมสารละลาย Oxalic acid เข้มข้น 0.01 N ปริมาตร 15 ml สารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี
8. ไทเทรตขณะที่สารละลายยังร้อนอยู่ด้วย $KmnO_4$ เข้มข้น 0.01 N จนกระทั่งสารละลายเป็นสีชมพูจางและคงอยู่นาน 30 วินาที
9. บันทึกปริมาตรของ Titrant ที่ใช้ =9
10. ทำซ้ำตามข้อ 7 และ 8
11. บันทึกปริมาตรของ titrant ที่ใช้ = 6

การคำนวณ

$$KmnO_4 \text{ Consumption (ppm)} = \frac{[(15 + 9) \times f - 15] \times 0.316 \times 1000}{100}$$

f = 15/6

การวิเคราะห์ Iron (Fe^{2+}) of water

ใช้ Test kit Iron Tret 1.14761 (0.005 – 5.00 mg / l)

การวิเคราะห์ Manganese (Mn^{2+})

ใช้ Test kit Mn test 1.14770 (0.05 – 1.0 mg/l)

การวิเคราะห์ Copper (Cu^{2+})

ใช้ Test kit Copper test 1.14765 (0.3 – 10 mg/l)

การวิเคราะห์ Chloride (Cl^-)

ใช้ Test kit chloride test 1.11106 (2 – 200 mg/l)

การวิเคราะห์ Sulfate (SO_4^{2-})

ใช้ Test kit sulfate test 1.14791 (25 – 300 mg/l)

การวิเคราะห์ Nitrite (NO_2^-)

ใช้ Test kit NO_2 test 1.1476 (0.02 – 3.00 mg/l)

การวิเคราะห์ Nitrate (NO_3^-)

ใช้ Test kit NO_3^- test 1.14773 (1.0 – 90.0 mg/l)

การวิเคราะห์ Ammonium (NH_4^+)

ใช้ Test kit NH_4^+ test 1.14752 (0.03 – 3.0 mg/l)

การวิเคราะห์ Phosphate

ใช้ Test kit phosphorus test (PMB) 1.14848 (0.3 – 15 mg/l)

การวิเคราะห์ Silicondioxide (SiO_2)

ใช้ Test kit silicate test 1.14794 (0.005 – 5.00 mg/l)

การวิเคราะห์ Free Chlorine (Cl_2) and Chlorinedioxide (ClO_2)

ใช้ Test kit Chlorine ของ Lovibond

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสีย

COD (Chemical Oxygen Demand)

COD คือ ค่าความต้องการออกซิเจนของน้ำทิ้งที่หาได้โดยวิธีทางเคมี

หลักการ

การวิเคราะห์ COD เป็นการวัดความสกปรกของน้ำทิ้ง โดยคิดเปรียบเทียบในรูปของปริมาณออกซิเจนที่ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ทั้งหมด ทั้งที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้โดยการกลั่นกลับคืน (Reflux) น้ำทิ้งกับสารเคมีที่มีความสามารถในการออกซิไดซ์ คือ Potassium dichromate($K_2Cr_2O_7$) ในสารละลายที่เป็นกรด ดังนั้นน้ำทิ้งโดยทั่วไปจะมีค่า COD สูงกว่า BOD เสมอ

ปฏิกิริยาดังสมการ

$$\text{Organic} + Cr_2O_7^{2} + H \longrightarrow 2Cr^{3+} + CO_2 + H_2O$$

หลังจากการกลั่นประมาณชั่วโมงครึ่ง วิเคราะห์ปริมาณ $K_2Cr_2O_7$ ที่เหลืออยู่ เนื่องจากการออกซิไดส์สารอินทรีย์ด้วยการไทเทรตกับสารละลาย Ferrous ammonium sulfate โดยใช้ Ferroin เป็นตัวอินดิเคเตอร์ ปฏิกิริยาที่เกิดเป็นดังสมการ

$$6Fe^{2+} + Cr_2O_7 + 14H^{+} \longrightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + H_2O$$

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดก้นกลม (Round – bottom flask) หรือขวดก้นแบน (Flat – bottom flask) ขนาด 250 ml
2. เครื่องควบแน่น (Condensers) ขนาดยาว 45 mm
3. เตาชนิด Hot plate หรือ Heating mantle ซึ่งสามารถให้กำลังอย่างน้อย9 วัตต์/ตารางนิ้ว / พื้นที่ผิวของ flask

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 0.25 N ละลาย $K_2Cr_2O_7$ ที่อบแห้งดีแล้ว 12.259 กรัม ในน้ำกลั่น เติมกรดซัลฟามิค 0.12 กรัม แล้วเจือจางจนปริมาตรเป็น 1 ลิตร
2. กรดซัลฟูริค (Sulfuric acid reagent) ละลายซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4) 22 กรัม ในกรดซัลฟูริคเข้มข้นบรรจุขวดขนาด 9 ปอนด์ (2.65 ลิตร) เนื่องจาก Ag_2SO_4 ละลายอาจต้องใช้เวลานาน 1 – 2 วันจึงจะละลายหมด
3. ละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตไทแทรนต์ (Standard ferrous ammonium sulfate) 0.1 N ละลาย เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ($Fe(NH_4)_26H_2O$ ชนิด เอ อาร์ (analytical Grade crystals) 39 กรัม ในน้ำกลั่น เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น 20 ml ทำให้เย็นแล้วเจือจางจนเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้ต้องหาความเข้มข้นที่แน่นอนก่อนทุกครั้งที่ใช้ โดยการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโปแทส

เซียมไดโคเมต

การหาค่าความเข้มข้นของสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต

เจือจางสารละลายมาตรฐาน $K_2Cr_2O_7$ 10 ml ให้มีปริมาตรเป็น 100 ml เติมกรดซัลฟูลิคเข้มข้น 30 ทส ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที ปล่อยให้เย็นแล้วนำมาไตเตรตกับเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต โดยใช้เฟอโรอิน (Feroin) จำนวน 2 – 3 หยดเป็นอินดิเคเตอร์

การคำนวณ

$$\text{นอร์มัลลิตี(Normality)} = \frac{\text{ml. } K_2Cr_2O_7 \quad x \quad 0.25}{\text{ml. } Fe(NH_2)_2(SO_4)_2}$$

4. สารละลายเฟอโรอินดิเคเตอร์ (Feroin indicator solution) ละลาย 110 – Phenanthroline monohydrate ($C_{12}H_8N_2O$) 1.485 กรัม พร้อมกับ $FeSO_4.7H_2O$ 0.695 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 100 ml
5. เมอร์คิวริคซัลเฟต ($HgSO_4$) ชนิดเป็นผลึกบริสุทธิ์ ใช้เป็นตัวกลางกำจัดอนุภาพคลอไรด์ซึ่ง $HgSO_4$จะทำปฏิกิริยาพอดีกับอนุภาพคลอไรด์ ได้ในอัตราส่วน $HgSO_4$: Cl = 10 :1 แม้มีตะกอนเกิดขึ้นเล็กน้อยหลังเติม $HgSO_4$ ก็ไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อการวิเคราะห์แต่อย่างใด

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. ใส่ $HgSO_4$ 0.4 กรัม และลูกแก้ว 5 – 10 เม็ดลงใน Flask
2. เติมตัวอย่างน้ำ 20 ml หรือส่วนของตัวอย่างที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 20 ml
3. เติมสารละลายมาตรฐาน $K_2Cr_2O_7$ 0.25 N 10 ml
4. ค่อยๆ เติม H_2SO_4เข้มข้น (Reagent ข้อ 2)ลงไป 30 ml
5. เขย่าสารละลายให้เข้ากันดี กลั่นเป็นเวลานานประมาณ 2 ชั่วโมง ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นแล้วฉีดล้างส่วนที่ค้างอยู่ในเครื่องควบแน่น ด้วยน้ำกลั่นก่อนถอด Flask ออก
6. เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ส่วนผสมมีปริมาตรเป็น 140 ml โดยประมาณปล่อยไว้ให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้อง
7. ไทเทรตสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ ที่เหลือจากปฏิกิริยาด้วยสารละลายมาตรฐานเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ใช้เฟอโนอินเป็นอินดิเคเตอร์ 2 – 3 หยด จนกระทั่งส่วนผสมเปลี่ยนจากสีน้ำเงินแกมเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง แสดงว่าถึงจุดยุติ
8. ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่น 20 ml แทนตัวอย่างน้ำและทำเช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำทุกประการ Reflux พร้อมกันไป

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{mg/l COD} = \frac{(a-b) \times C \times 8000}{\text{ml ของตัวอย่างน้ำ}}$$

เมื่อ a = ml ของเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ใช้กับ Blank

b = ml ของเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ใช้กับน้ำตัวอย่าง

C = ml นอร์มัลลิตีของเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต(ต้องหาใหม่ทุกครั้งที่ใช้)

หมายเหตุ

กรดซัลฟามิคใส่ลงในสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต เพื่อกำจัดไนไตรท์ เนื่องจาก ไนไตรท์ที่ไนโตรเจน 0.1 mg จะให้ค่า COD 1.14 mg

กรดซัลฟามิค 10 mg กำจัดไนไตรท์ไนโตรเจนได้ 1 mg กรดซัลฟามิค 0.12 กรัม ในสารละลายไดโครเมต 1 ลิตร จะสามารถกำจัดไนโครเจนได้ถึง 6 mg/l หรือ 0.12 mg/ 20 ลบ.ซม. ในกรณีที่ไนโตรเจนมีความเข้มข้นมากกว่า 6 มก/ลิตร ต้องเจือจางตัวอย่างน้ำ

ในการเติมกรดซัลฟามิคลงไป สารละลายโปแตสเซียมไดโครเมตเป็นการสะดวกและไม่ทำให้ค่า COD ผิดไป เนื่องจากต้องทำ Blank จากน้ำกลั่นอยู่แล้ว

BOD (Biochemical Oxygen Demand)

คือ ความต้องการออกซิเจน ของน้ำทิ้งที่หาได้ โดยใช้กระวนการทางชีววิทยาปกตินิยมค่าที่ 5 วัน อุณหภูมิ 20 ^{o}C

<u>หลักการ</u>

ในการวิเคราะห์ค่า BOD ในขยวนการทางชีววิทยานี้ใช้แบคทีเรียย่อยสลายอินทรีย์สารในน้ำทิ้งปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องการคือ ปริมาณ BOD การย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียเป็นไปอย่างช้า ๆ ไม่เหมือนกับการออกซิไดซ์ สารอินทรีย์โดยสารเคมี กว่าสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายหมดจะต้องใช้เวลาหลายสิบวัน มาตรฐานสากลจึงวัดค่า BOD ทั้งหมดในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 ^{o}C ซึ่งเป็นอุณหภูมิของน้ำในฤดูร้อน ในประเทศหนาวค่า BOD ที่อุณหภูมินี้จึงใช้ได้โดยตรงในการประมาณจำนวนสารละลายออกซิเจนในน้ำที่แบคทีเรียจะใช้ถ้ามีการระบายน้ำทิ้งลงไปในระยะเวลา 5 วัน เพียงพอที่จะให้แบคทีเรียทำลายสารอินทรีย์ได้ประมาณ 70 – 80 % ดังนั้น BOD จึงมากพอที่จะวัดได้

โดยทฤษฎีแล้ว การหาค่า BOD นั้นง่ายมาก เอาตัวอย่างน้ำทิ้งใส่ขวด 2 ขวด ขวดหนึ่งวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำทิ้งนั้นทันที และจะกล่าวถึงวิธีการหา DO ในตอนหลัง สมมติได้ค่า 7.5 mg/l นำอีกขวดหนึ่งปิดฝาขวดให้แน่นไม่ให้อากาศเข้าไปได้ เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิ 20 ^{o}C เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่หายไปคือ 6.7 mg/l แต่ในทางปฏิบัติไม่ง่ายเช่นนี้ เนื่องจาก

1. ความเข้มข้นอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำได้ไม่เกิน9 mg/l ที่ 20 ^{o}C ดังนั้นถ้าน้ำโสโครกมี BOD เกินกว่า 9 mg/l ออกซิเจนที่มีอยู่จะถูกใช้หมด ไม่มีเหลือหลังจากครบ 5 วันแล้วที่เจือจางไม่มากไปกว่า 9 mg/l
2. การหาค่า BOD เป็นวิธีทางชีววิทยาดังนั้นจึงต้องปรับสภาวะแวดล้อมของน้ำตัวอย่างในขวดให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของแบคทีเรีย มีไนโตรเจนฟอสเฟต รวมทั้งแร่ธาตุอื่น ๆ ที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเพียงพอ

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. ขวดอินคิวเบท (Incubation bottie) หรือขวด BOD ขนาด 250 – 300 ml มีจุดปิดสนิทปากกว้างออกเล็กน้อย ทำให้เป็นร่องเหนือจุกและปากขวด เพื่อให้มีน้ำหล่ออยู่เสมอ ขณะอินคิวเบทที่ 20 ^{o}C เพื่อกันการดึงดูดอากาศจากภายนอกเข้าไปในขวด ขวดนี้ต้องล้างให้สะอาดทุกครั้งก่อนใช้
2. เครื่องควบคุมอุณหภูมิที่ 20 ^{o} C สามารถใช้ได้กับตู้เย็นธรรมดา
3. ตู้เย็น
4. อุปกรณ์เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น บิวเรท ขวดเอเลนเมเยอร์ ขนาด 250 ml กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร

<u>สารเคมี</u>

1. น้ำกลั่นบริสุทธิ์คุณภาพสูงปราศจากคลอรีน อัลคาไลนิตี้ กรดและสารอินทรีย์มีทองแดงปนได้ไม่เกิน 0.01 mg/l
2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ละลาย KH_2PO_4 8.5 g , K_2HPO_4 21.75 g ,$Na_2HPO_4.7H_2O$ 33.4 g NH_4Cl 1.7 g ในน้ำกลั่นประมาณ 500 ml แล้วเจือจางจนปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้ควรจะมีค่า pH 7.2
3. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต $MgSO_4 7H_2O$ 22.5 g ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางจนปริมาตรเป็น 1 ลิตร
4. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ละลาย $CaCl_2$ ที่อบแห้ง 27.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางจนเป็นปริมาตร 1 ลิตร
5. สารละลายเฟอริคคลอไรด์ ละลาย $FeCl_3 6H_2O$ 0.25 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางจนเป็นปริมาตร 1 ลิตร

6. สารละลายโซเดียมซัลไฟท์ 0.025 N ละลาย Na_2SO_4 ที่อบแห้ง 1.575 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางจนเป็นปริมาตร 1 ลิตร สารละลายนี้ไม่คงที่ละลายไม่ง่ายจึงควรเตรียมเฉพาะเวลาที่ต้องการใช้เท่านั้น
7. สารละลายกรดและด่าง 1 N สำหรับใช้ปรับค่า pH ให้เป็นกลาง
8. การเติมน้ำเชื้อ (Seeding) การเติมน้ำเชื้อเพื่อต้องการให้มีจำนวนแบคทีเรียเพียงพอต่อการ ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย น้ำเสียประเภทสารอินทรีย์ เช่นน้ำโสโครกจากบ้านเรือน ซึ่งมีเชื้อแบคทีเรียอยู่เป็นจำนวนมากแล้วก็ไม่จำเป็นต้องเติมน้ำเชื้อลงไปอีก

ตัวอย่างน้ำที่มีแบคทีเรียอยู่น้อยหรือไม่มีเลย เช่น น้ำทิ้งที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน น้ำทิ้งที่อุณหภูมิสูง เป็นกรดหรือด่างแรง จะต้องเติมน้ำเชื้อลงในน้ำที่ใช้เจือจางน้ำเชื้อมาตรฐานเตรียมได้จากน้ำโสโครกจากบ้านเรือนที่ปล่อยให้ตกตะกอน ใส่ไว้ในตู้อบอุณหภูมิ 20 $^{\circ}$ C 24 – 36 ชั่วโมง จึงดูดเอาน้ำส่วนบนมาใช้ โดยทั่วไปแล้วใช้น้ำเชื้อมาตรฐาน 1 – 2 ml ต่อน้ำที่ใช้เจือจาง 1 ลิตร น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิดที่มีสารอินทรีย์ที่เชื้อแบคทีเรียจากน้ำโสโครกจากบ้านเรือนไม่สามารถย่อยสลายได้ในกรณีนี้ต้องเตรียมน้ำเชื้อจากดิน ทำให้เชื้อชินกับน้ำทิ้งชนิดนั้นเสียก่อน หรือเก็บจากแหล่งรับน้ำใต้จุดที่ทิ้งน้ำเสียนั้น การทำให้เชื้อเคยชินกับน้ำเสียที่ต้องการหานั้นทำได้โดยการเป่าอากาศ น้ำโสโครกหรือจากแหล่งน้ำทิ้งแสงค่อย ๆ เพิ่มปริมาณน้ำเสียที่ต้องการจะหา BOD ลงไปทุกวันจนกระทั่งได้เชื้อที่เคยชินกับน้ำเสียนั้นเจริญขึ้นจนเป็นที่น่าพอใจ

การวิเคราะห์ แบ่งได้ 2 วิธี คือ

1. Direct method ใช้ในกรณีที่น้ำตัวอย่างมีค่า BOD 5 วันไม่เกิน 7 mg/l ไม่จำเป็นต้องนำตัวอย่างนั้นมาเจือจางสามารถหาค่า BOD ได้เลย
2. Dilution method ใช้ในกรณีที่น้ำตัวอย่างมีค่า BOD 5 วันไม่เกิน 7 mg/l จำเป็นต้องนำน้ำตัวอย่างมาเจือจางเสียก่อน

Direct method ก็คือ Dilution method ที่ใช้ค่าน้ำตัวอย่างของการเจือจางที่ 100 % นั่นเอง

<u>การวิเคราะห์</u>

1. การเตรียมน้ำสำหรับใช้เจือจาง
   1.1 ตวงน้ำกลั่นให้มากกว่าปริมาตรที่ต้องใช้ ใช้ 1 ลิตร ใส่ลงในภาชนะที่สะอาด
   1.2 เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์และเฟอริคคลอไรด์ ในสารละลายแต่ละชนิด 1 ml ต่อน้ำเจือจาง 1 ลิตร
   1.3 เป่าอากาศที่สะอาด เพื่อเติมปริมาณสารละลายออกซิเจนให้กับน้ำเจือจางเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
2. การเตรียมตัวอย่างน้ำที่จะหา
   2.1 ตัวอย่างน้ำที่เป็นด่างหรือกรดจะต้องปรับให้เป็นกลางคือ pH ประมาณ 7 ด้วย H_2SO_4 หรือ NaOH 1N แล้วแต่กรณี
   2.2 ตัวอย่างน้ำที่มีสารประกอบคลอรีนส่วนเหลือ โดยปกติถ้าตั้งตัวอย่างน้ำทิ้งไว้ 1 – 2 ชั่วโมง ก็จะสลายตัวไป แต่ถ้าตัวอย่างน้ำปรับให้เป็นกลางแล้ว ยังมีคลอรีนส่วนที่เหลืออยู่มากต้องกำจัดโดยใช้ โซเดียมซัลไฟต์ การหาปริมาณคร่าว ๆ ของโซเดียมซัลไฟท์ที่จะเติมทำได้โดยใช้ตัวอย่างน้ำ 100 – 1000 ml เติมกรดอะซิติก (1+1) หรือกรดซัลฟูริค (1+50) 10 ml แล้วไทเทรตด้วยโซเดียมซัลไฟท์ 1.025 N ใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ก้จะทราบปริมาณของโซเดียมซัลไฟท์ที่จะต้องใช้ แล้วนำตัวอย่างน้ำที่กำจัดคลอรีนส่วนเกินแล้วไปหาค่า BOD ต่อไป
   2.3 ตัวอย่างน้ำที่มีโลหะหนัก หรือสารพิษเจือปนจะต้องศึกษาและกำจัดก่อนเป็นพิเศษ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. วิธีการเจือจาง

3.1 เลือกเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างในการเจือจางที่คาดว่าจะให้ค่า BOD อยู่ในช่วงที่กำหนดแล้วจึงเลือกเปอร์เซนต์ตัวอย่างเจือจางที่สูงกว่าและต่ำกว่า ที่อยู่ติดกันอีก 2 ชั้นตามตาราง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรู้ค่า BOD โดยประมาณก่อนซึ่งอาจประมาณได้จากค่า COD

ตารางแสดงช่วงค่า BOD ที่วัดได้ตามค่าเปอร์เซนต์ตัวอย่างการเจือจาง

ช่วง BOD	%น้ำตัวอย่าง
20000 -70000	0.01
10000 -25000	0.02
4000 -14000	0.05
2000 - 7000	0.1
1000 -3500	0.2
400 -1400	0.5
200 700	1.0
100 – 350	2.0
40 –140	5.0
20 - 70	10.0
10 -35	20.0
4 - 14	50.0
0 - 7	100.0

3.2 ค่อย ๆรินน้ำเจือจาง 300 – 500 ml ลงในกระบอกตวงขนาด 1000 ml โดยพยายามอย่าให้มีฟองอากาศ

3.3 เติมน้ำเชื้อ 2 ml

3.4 เติมตัวอย่างน้ำจำนวนที่ต้องการแล้วเติมน้ำเจือจางจนปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3.5 ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน อย่าให้มีฟองอากาศ

3.6 ค่อย ๆ รินใส่ขวด BOD 3 ขวด ปิดจุก แล้วนำไปเก็บในตู้ 20 $^{\circ}$ C 2 ขวด ส่วนขวดที่เหลือนำไปหาค่า DO ทันทีเพื่อทราบค่า DOที่จุดเริ่มต้น

3.7 ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 ถึงข้อ 6 สำหรับ เปอร์เซ็นต์ตัวอย่างเจือจางที่ต่ำกว่า และสูงกว่าตามลำดับ

4. การหาปริมาณ DO หาปริมาณ DO ที่จุดเริ่มต้นโดยมีวิธี Add modification of the Iodometric method

5. การเพาะเลี้ยง เพาะเลี้ยงโดยเก็บ 2 ขวดของแต่ละเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างเจือจางในตู้เย็นมืด อุณหภูมิ 20 $^{\circ}$ Cเป็นเวลา 5 วัน แล้วจึงนำออกมาหาปริมาณ DO

6. การลดปริมาณ DO จากน้ำเชื้อ

ถ้ามีการเติมน้ำเชื้อลงในน้ำกลั่นสำหรับเจือจางก็จะต้องหาปริมาณ DO ที่ละลงไปเนื่องจากน้ำเชื้อในน้ำเจือจาง แล้วนำไปคิดคำนวณเทียบตามเปอร์เซ็นต์ของน้ำเชื้อที่ใช้ในการเจือจางตัวอย่างน้ำโดยปกติแล้วปริมาณ DO ที่ลดลงเนื่องจากน้ำเชื้อไม่ควรเกิน 1 mg/l

7. การควบคุมคุณภาพน้ำเจือจาง

รินน้ำกลั่นที่ใช้เจือจาง แต่ไม่ได้ใส่น้ำเชื้อลงในขวด BOD 2 ใบปิดจุกแล้วเอาขวดหนึ่งบ่มที่ 20 ^{o} C อีกขวดหาปริมาณ DO ทันที ส่วนผลต่างของ DO ที่ได้ในตอนปรกปละตอนหลัง 5 วันจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นคุณภาพของน้ำกลั่นที่ใช้เป็นน้ำเจือจาง ถ้าปรากฏว่าปริมาณ DO ลดลง ผลที่ได้นั้นไม่ควรใช้เป็น Blank correction ปกติแล้วปริมาณ DO ไม่ควรเกินกว่า 0.2 ml หรือที่ดีแล้วไม่ควรเกิน 0.1 ml

8. การพิจารณาเพ่อใช้คำนวณค่า BOD

ผลที่น่าเชื่อถือและจะใช้คำนวณต่อไปได้นั้นจะต้องมีค่าปริมาณ DO เหลืออยู่อย่างน้อย 1mg / l และต้องมีการลดปริมาณ DO ลงไปอย่างน้อย 2 mg/l แล้วจึงทำให้ค่า BOD ที่คำนวณออกมาได้นั้นถูกต้องที่สุด

9. การคำนวณ

- กรณีไม่เติมเชื้อ mg / l BOD $= \frac{D_1 - D_2}{P}$

- กรณีเติมเชื้อ mg / l BOD $= \frac{(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2)f}{P}$

D_1 = DO of diluted sample 15 min after preparation

D_2 = DO of diluted sample after incubation

P = Decimal fraction of sample used

B_1 = DO of diluted of seed control before incubation

B_2 = DO of diluted of seed control after incubation

F = Ratio of seed in sample to seed in control $= \frac{\%\ \text{Seed in } D_1}{\%\ \text{Seed in } D_2}$

วิธีวิเคราะห์หาสารละลายออกซิเจน (Dissolved Oxygen)

โดยใช้วิธี Aside Modification of the Iodometric Method)

เหมาะสำหรับการหาปริมาณสารละลายออกซิเจนในน้ำโสโครก น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและน้ำในแม่น้ำลำคลอง นอกจากนี้ยังใช้ได้กับน้ำที่มีไนโตรเจนสูงกว่า 50 µg/l แต่ใช้ไม่ได้ดีกับน้ำที่มีอนุภาคของเหล็กที่มีวาเลนซี่ 2 เกินกว่า 1 mg /l หรือสารที่เป็นสารเติมหรือลดออกซิเจนปนอยู่

<u>สารเคมี</u>

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต ละลาย $Mnso_4 6H_2O$ 400 gหรือ $MnSO_4\ H_2O$ 364 g ในน้ำกลั่นแล้วเติมจนปริมาตรเป็น 1 ลิตร
2. สารละลายอัลคาไล – ไอโอไดด์ ละลาย NaOH 500 g โซเดียมไอโอไดด์ 135 g ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรจนเป็น 1 ลิตร เสร็จแล้วเติมโซเดียมอาไซด์ 10 g ที่ละลายในน้ำกลั่น 40 ml
3. กรดซัลฟูริคเข้มข้น
4. น้ำแป้ง ละลายแป้งมัน 5 g ในน้ำกลั่นประมาณ 50 ml ค่อย ๆ เทลงในน้ำกลั่นประมาณ 800 ml ที่ต้มจนเดือด และคนจนเป็นเนื้อเดียวกัน เติมน้ำอีกจนเป็น 1 ลิตร ปล่อยให้เดือดประมาณ 5 นาที ปล่อยทิ้งให้เย็น เติมกรด Salicylic 1.25 g หรือใช้ Toluene 2 – 3 หยด เติมลงในสารละลายน้ำแป้งเพื่อกันบูด
5. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.025 N ใช้ในการไทเทรต ละลาย $Na_2S_2O_3 . 5H_2O$ 6.205 g ในน้ำกลั่นที่ต้มจนเดือดใหม่ ๆ และปล่อยให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้สามารถเก็บรักษาให้คง

สภาพอยู่ได้โดยเติม NaOH 0.4 g/l สารละลายมาตรฐานนี้ 1 ml จะมีค่าเท่ากับ ปริมาณสารละลายออกซิเจน (DO) 0.2 mg

การหาค่ามาตรฐานของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตด้วยสารละลายไดโครเมต

1. สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต 0.025 N ละลาย $K_2Cr_2O_7$ ที่อบแห้งแล้ว 1.226 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเติมจนปริมาตรเป็น 1 ลิตร
2. ละลาย KI 2g ในขวดแก้ว erlenmeyer flask ด้วยน้ำกลั่น 100 – 150 ml
3. เติม H_2SO_4 (1+9) 10ml
4. เติมสารละลายมาตรฐาน $K_2Cr_2O_7$ 20 ml
5. ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที
6. เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 400 ml โดยประมาณ
7. ไทเทรต ไอโอดีนที่เกิดขึ้นด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต
8. Normality ของสารละลายไธโอซัลเฟต = $\frac{a \times N}{20}$

a = ml ของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้

N = Normality $K_2Cr_2O_7$

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. จากตัวอย่างน้ำที่เก็บได้ในขวด 250 – 300 ml เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 2 ml
2. แล้วเติมสารละลาย อัลคาไลด์ – ไอโอไดด์ – อาไซด์ ตามลงไปทันที 2 ml ให้ปลายหลอดจมอยู่ในตัวอย่างน้ำ
3. ปิดจุก ระวังอย่าให้มีฟองอากาศติดอยู่ในขวด จับเวลาคว่ำลงเขย่าแบบพลิกมือให้ขวดตั้งขึ้นและคว่ำลงสลับกันอย่างน้อย 15 ครั้ง ตั้งแล่อยทิ้งไว้ให้ตะกอนที่เกิดขึ้นนอนก้น
4. รอจนได้น้ำใสส่วนบนประมาณ 100 ml ค่อย ๆ เปิดจุกและเติมกรดเข้มข้นลงไปทันที 2 ml ให้กรดไหลลงไปตามคอขวด
5. ปิดจุก ค่อย ๆ เขย่าจนกระทั่งตะกอนละลายหมด
6. ตวงสารละลายที่ได้ 203 กรัม ใส่ลงใน Flask ขนาด 500 ml ปริมาตรจำนวนนี้จะแทนปริมาตรของจำนวนตัวอย่างน้ำจริง ๆ 200 ml เนื่องจากปริมาตรของตัวอย่างน้ำถูกแทนที่ด้วยน้ำยาทั้งหมด 4 ml คือ แมงกานีสซัลเฟต 2 ml และอัลคาไลไอโอไดด์ – อาไซด์ 2 ml ที่เติมลงไปในขวดขนาด 300 ml ดังนั้นปริมาตรที่จะนำมาไทเทรตจึงควรเป็น

$$\frac{200 \times 300}{300 - 4} = 203 \text{ ml}$$

7. ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.25 N จนได้สีเหลืองอ่อน ๆ
8. เติมน้ำแป้ง 1 – 2 ml แล้วไทเทรตจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป

<u>การคำนวณ</u>

เนื่องจาก 1 ml ของ 0.25 N โซเดียมไธโอซัลเฟต ที่ใช้ไทเทรตจะเท่ากับปริมาณ DO 0.2 mg เพราะฉะนั้น 1ml ของโซเดียมไธโอซัลเฟตจะเท่ากับ 1mg/l DO เมื่อใช้หาปริมาตรตัวอย่าง 200 ml ในการไทเทรต

ปริมาตรสารแขวนลอย (Suspended Solids)

คือ สิ่งเจือปนที่มีอยู่ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ที่มีอยู่ในรูปของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ รวมทั้งที่อยู่ในรูปตะกอนแขวนลอย

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. กระดาษกรองใยแก้ว NO. GF/C เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 cm
2. Buchner funnel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 cm ความจุ 100 ml
3. เครื่องดูด
4. ตู้อบความร้อน 50 – 100° C
5. Desicator
6. เครื่องชั่งละเอียด
7. ภาชนะทนความร้อนสำหรับใส่กระดาษกรอง

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. อบกระดาษกรองและ Aluminium cup ให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 – 105 ° C ประมาณ 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้องใน Desicator แล้วชั่งหาน้ำหนักรวม
2. เลือกปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่จะให้ค่า Suspened solid ออกมาโดยประมาณ อย่างน้อยที่สุด 2.5 ml
3. วางกระดาษกรองลงใน Buchner funnel ซึ่งต่อเข้ากับ Suction apparatus
4. ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้เปียก เพื่อให้ติดแนบกับ Funnel
5. เทตัวอย่างน้ำตามปริมาตรที่ต้องการ ผ่านกระดาษกรองโดยอาศัย Suction Force ช่วย
6. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้าง Solid ที่ติดอยู่ข้าง Funnel จนหมดรอให้ Suction force ดูดจนแห้ง
7. ปิดเครื่อง Suction ดึงท่อต่อกับ suction flask ออกแล้วใช้ Forcep คีบกระดาษกรองใส่ Aluminium cup นำไปอบในตู้อบ 103 – 105 ° C ประมาณ 1 ชั่วโมง
8. ปล่อยให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้องใน Desicator แล้วชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

การคำนวณ

$$\text{mg / l ปริมาตรสารแขวนลอย} = \frac{\text{น้ำหนักของตะกอน (mg)} \times 1000}{\text{ml ของตัวอย่างน้ำที่ใช้}}$$

MLSS (ปริมาณของสารอินทรีย์)

คือ ปริมาณของสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปของตะกอนที่ใช้ในการย่อยสลายของเสียในน้ำเสีย

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. กระดาษกรองใยแก้ว NO. GF/C เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 cm
2. Buchner funnel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 cm ความจุ 100 ml
3. เครื่องดูด (suction apparatus)
4. ตู้อบความร้อน (Drying oven) 100 – 600 ° C
5. Desicator

6. เครื่องชั่งละเอียด
7. ภาชนะทนความร้อน สำหรับใส่กระดาษกรอง เช่น Aluminium cup กระจกนาฬิกาแก้ว

วิธีวิเคราะห์

หลังจากที่ได้ค่าของ Suspended solids แล้ว นำ Aluminium cup เดิมที่บรรจุกระดาษที่มีค่าของ Suspended solids ใสเผาในตู้อบที่สามารถตั้งอุณหภูมิได้ที่ 550 ° C เป็นเวลา 5 – 10 นาที จากนั้นปล่อยให้เย็นเท่ากับอุณหภูมิห้องใน Desicator แล้วชั่งน้ำหนักที่หายไป

การคำนวณ

$$\text{mg / l ของ MLSS} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักของ SS และ MLSS x 1000}}{\text{ml ของตัวอย่างน้ำที่ใช้}}$$

VFA (Volatile Fatty Acid)

คือ ปริมาณกรด (Acetic acid) ที่ใช้เป็นตัวบอกว่าเกิดก๊าซมีเทน (CH_4) โดยจะเป็นอัตราส่วนผกผันกับปริมาณก๊าซมีเทน

อุปกรณ์และสารเคมี

1. Teccator digestion tube
2. Kjetec distillation
3. H_3PO_4 conc.
4. Phenolphtalein indicator
5. NaOH 0.1 N

การวิเคราะห์

1. นำตัวอย่าง อย่างละ 50 ml ใส่ใน Teccator digestion tube คนละอัน
2. เติมกรดเข้มข้น
3. กลั่นด้วยเครื่อง Kjetec distillation ให้ได้ประมาณ 500 ml
4. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
5. หยด Phenolphtalein จำนวน 5 หยดแล้วไทเทรตด้วย NaOH 0.1N
6. ไทเทรตจากไม่มีสีจนกระทั่งเป็นสีชมพูอ่อน

การคำนวณ

$$\text{mg } CH_3COOH = \text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times 60 \times 20$$

60 = มวลโมเลกุลของ acetic acid

20 = Multiplication factor to know the amount of VFA in 1 litter

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

SVI (Sludge Volume Index)

SVI คือ ปริมาตรของตะกอน (ml) เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนในเวลา 30 นาที ต่อน้ำหนักแห้งของตะกอน 1 กรัม มีหน่วยเป็น ml/g

ความสำคัญของ SVI คือเป็นดัชนีให้เห็นว่าตะกอนสามารถจมตัวลงเป็นตะกอนเลนที่ข้นมากน้อยเพียงใด

SVI < 100 ml/g แสดงว่าตะกอนตกได้เร็ว

SVI 100 – 150 ml/g แสดงว่าตะกอนตกช้าเริ่มจืดแล้ว

SVI > 150 ml/g แสดงว่าตะกอนตกจืดมากขึ้น

จะตกตะกอนได้ดีมากที่ค่า SVI = 50 ml/g

<u>อุปกรณ์</u>

กรวยอิมฮอฟท์ หรือกระบอกตวง 1000 ml

<u>วิธีทำ</u>

1. เทตัวอย่างใส่กรวยอิมฮอพท์ให้ได้ปริมาตร 100 ml
2. ทิ้งให้ตกตะกอน 30 นาที
3. บันทึกปริมาตรที่ตกตะกอน

<u>การคำนวณ</u>

$$SVI = \frac{\text{ปริมาณสลัดสีที่ตกตะกอน} \times 1000}{\text{ของแข็งที่แขวนลอย}}$$

การตรวจสอบคุณภาพการบรรจุเบียร์

ในโรงบรรจุเบียร์จะทำการตรวจสอบคุณภาพด้วยการหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

Volume of air (ml)

เป็นการหาปริมาณของอากาศที่มีอยู่ในภาชนะบรรจุโดยควบคุมไม่ให้เกินมาตรฐานกำหนด ทำได้โดยใช้เครื่องวัดโดยส่วนใหญ่แล้วอากาศที่อยู่ในภาชนะไม่ควรเกิน 0.05 ml โดยสามารถทำการวัดได้ทั้งเบียร์บรรจุขนิดขวดและกระป๋อง

<u>วิธีการ</u>

1. ตัวอย่างเบียร์ชนิดขวด เจาะหาปริมาตรของอากาศที่ฝาขวด ส่วนตัวอย่างที่เป็นกระป๋องให้คว่ำกระป๋องเพื่อเจาะหาปริมาตรของอากาศที่ก้นกระป๋อง

2. พลิกภาชนะที่บรรจุเบียร์กลับไปกลับมาหลาย ๆ ครั้ง

3. ปิดจุกเพื่อให้เบียร์ขึ้นมายังสเกลของเครื่อง อ่านปริมาตรของอากาศจากสเกลของเครื่องวัด

การหาปริมาตรของอากาศที่อยู่ในภาชนะบรรจุเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างหนึ่งของการควบคุมคุณภาพเพราะจะต้องควบคุมอากาศที่อยู่ในภาชนะให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้อายุการเก็บรักษาของเบียร์น้อยลงและยังทำให้รสชาติของเบียร์เสียไปด้วย

CO_2 Content

การหาค่า CO_2 ทำได้โดยใช้เครื่องวัดซึ่งเป็นเครื่องเดียวกันกับที่ใช้วัดค่า Volume of air โดยเครื่องวัดนี้จะวัดค่าปริมาตรอากาศ และค่าของคาร์บอนไดออกไซด์ไปได้พร้อม ๆ กัน โดยค่า CO_2 ดูได้จากการเปิดตาราง CO_2 Solubility Beer (g/l) หน้าปัดของเครื่องวัดจะบอกหน่วยเป็น bar จะต้องเอาไปเปรียบเทียบกับอุณหภูมิ โดยการเปิดตาราง จึงได้ออกมาเป็นค่าของ CO_2 (g/l) โดยปกติแล้วค่ามาตรฐานของ CO_2 ของภาชนะขวดและกระป๋องนั้นจะอยู่ที่ค่าระหว่าง 5.5 – 5.9 g/l

<u>วิธีการ</u> 1. เบียร์ขวดเจาะหาค่า CO_2 ที่ฝาขวด ส่วนเบียร์กระป๋องให้คว่ำกระป๋องเพื่อเจาะหาค่า CO_2 ของอากาศที่ก้นกระป๋อง

1., อ่านค่าสเกลที่หน้าปัดของเครื่อง ซึ่งอยู่คนละที่กับการหาปริมาตรของอากาศ มีหน่วยเป็น bar ตอนทำการเจาะวัด CO_2 นั้น เราจะต้องวัดอุณหภูมิของเบียร์ในขณะนั้นไปพร้อมกัน เพื่อจะได้นำค่าไปเปิดตาราง CO_2 - Solubility Beer (g/l)

D.O. Content

เป็นการหาค่าการละลายของออกซิเจนที่อยู่ในเบียร์โดยจะต้องควบคุมให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดผลกระทบของค่า DO ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในน้ำเบียร์ จะมีผลต่ออายุการเก็บรักษาและรสชาติของเบียร์ที่ได้ เราจะทำการหาค่า D.O. Content โดยใช้เครื่องวัด Dissolved Oxygen โดยส่วนใหญ่แล้วค่ามาตรฐานของ D.O. ไม่ควรเกิน 0.2 ppm

<u>อุปกรณ์ที่ใช้</u> 1. เครื่องวัด Dissolved Oxygen

2. เครื่องดูดเบียร์ (เพื่อนำเบียร์ผ่านเข้าเครื่อง D.O.)

3. ถังก๊าซ CO_2

<u>วิธีการ</u> 1. ตัวอย่างเบียร์ขวดและกระป๋อง

2. เจาะภาชนะบรรจุที่เครื่องดูดเบียร์ โดยมี CO_2 เป็นตัวช่วยให้ดูด

3. ทำการดูดเบียร์ (เปิดเครื่อง) เบียร์จะผ่านไปตามสายยางเพื่อเข้าเครื่อง D.O.

4. กดอ่านค่าจากด้านบนของเครื่อง D.O. โดยปกติแล้วไม่ควรเกิน 0. 2 ppm

Haze

เป็นการหาค่าความขุ่นของเบียร์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วในแต่ละภาชนะบรรจุ ของเบียร์นั้นจะมีค่าความขุ่นไม่เท่ากัน เราจึงต้องมีการควบคุมให้อยู่สภาวะที่พอดีกัน โดยวิธีนี้สามารถทำได้โดยใช้เครื่องวัด Haze โดยเครื่องนี้จะทำการวัดความขุ่นได้จะต้องใส่น้ำลงไปในเครื่องก่อนจึงจะทำการวัดความขุ่นได้

การวัดความขุ่นจะต้องทำก่อนที่จะนำเบียร์เข้าเครื่อง Pasteurize และหลังจากที่นำเบียร์ออกจากเครื่อง Pasteurize

<u>อุปกรณ์</u> 1. เครื่องวัด Haze (Hazemeter VOS 4000)

2. เครื่องลดฟอง (Petracourt) เฉพาะเบียร์กระป๋อง

3. Flask ใหญ่ เฉพาะกระป๋อง

4. ตะแกรงพลาสติก

วิธีการ

เบียร์ขวด 1. ทำความสะอาดภายนอกขวดด้วยการล้างน้ำ เช็ดให้แห้งและให้สะอาด
2. นำใส่ตะแกรงที่เครื่อง Haze เป็นตะแกรงขนาดที่ใส่ขวดได้กดค่าอ่านที่เครื่องวัด หมุน 4 ด้านนำค่าที่ได้มาเฉลี่ย

เบียร์กระป๋อง 1. เทตัวอย่างใส่ Flask ใหญ่ Degas ให้ก๊าซออกก่อน นำ flask ไปตั้งที่เครื่องลดฟอง
2. เทใส่แก้วให้เต็มไม่ให้มีฟอง เป็นแก้วเฉพาะของเครื่อง Haze
3. นำใส่ตะแกรงที่เครื่องวัด Haze เป็นตะแกรงขนาดที่ใส่แก้วได้ กดค่าอ่านที่เครื่องวัด หมุนวัดทั้ง 4 ด้านหาค่าเฉลี่ย

- ตัวอย่างที่เป็นเบียร์ขวดให้ทำการวัดค่า Haze ได้ทั้งขวด เบียร์กระป๋องต้องทำการ Degas ออกก่อนจากนั้นเข้าเครื่องลดฟองและต้องเทใส่แก้วเฉพาะของเครื่องก่อน
- จะต้องใส่น้ำลงไปในเครื่อง Haze meter ก่อน โดยการควบคุมน้ำให้มีค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 0.05 – 0.08 ถ้าเกินจากนี้ควรทำการเปลี่ยนน้ำใหม่
- ตะแกรง จะเป็นลักษณะที่ให้ใส่ภาชนะบรรจุในเครื่องวัด Haze โดยจะมีขนาดเล็ก ขนาดใหญ่ตามลักษณะของภาชนะบรรจุ

Foam

เป็นวิธีการหาปริมาณฟอง (foam) ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วในแต่ละผลิตภัณฑ์ของเบียร์จะมีค่ามาตรฐานที่คล้ายกันคือจะต้องมีปริมาณของฟองที่มากกว่า 230 NIBEM ซึ่งการหาค่าปริมาณของฟองนี้ จะสามารถทำได้โดยทำการเข้าเครื่องวัดฟอง โดยมีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้อง คือ อุณหภูมิ โดยจะต้องทำที่อุณหภูมิ 19 ^{o}C จึงจะทำการวัดปริมาณฟอง เนื่องจากที่อุณหภูมิ 19 ^{o}C จะให้ค่าปริมาณฟองที่ดีที่สุด

อุปกรณ์ 1. เครื่องวัดปริมาณฟอง (NIBEM)
2. เครื่องทำให้เกิดฟอง (Hoffmans B.V. Venio- Holland)
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. ถังก๊าซ CO_2

วิธีการ

1. ปรับอุณหภูมิของเบียร์ให้ได้ 19 ^{o}C จึงจะทำการวัดปริมาณฟองได้
2. เทตัวอย่างเบียร์ใส่แก้ว ซึ่งเป็นแก้วเฉพาะของเครื่องวัดฟอง
3. นำตัวอย่างเข้าเครื่องทำให้เกิดฟอง
4. เมื่อตัวอย่างเป็นฟองแล้ว นำตัวอย่างไปเข้าเครื่องวัดฟอง ใช้เวลาประมาณ 10 นาที จะแสดงผลออกมา

เพิ่มเติม

แก้วที่ใส่ตัวอย่างเบียร์นั้นจะต้องทำให้แก้วเย็นอยู่ตลอดเวลา ทำได้โดย ใส่เบียร์ที่เย็นอยู่ในแก้วตลอดเวลา การทำให้เกิดฟองนั้น จะมีก๊าซ CO_2 เป็นตัวทำให้เกิดฟอง การวัดปริมาณฟองมีผลต่อผู้บริโภคโดยตรง ซึ่งขึ้นอยู่กับรสนิยมในการดื่มเบียร์ แต่ก็ควรจะควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ตามเกณฑ์ที่กำหนด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Pasteurize Unit (P.U.)

เป็นวิธีการวัดอุณหภูมิของน้ำเบียร์ ที่อยู่ระหว่างการ Pasteurize โดยเครื่อง P.U. นี้จะทำการบันทึกอุณหภูมิและเวลาตั้งแต่เริ่มจนกระทั่งสิ้นสุด จะบอกค่าต่าง ๆ ดังนี้ P.U. Achieved,Run time (minutes),Maximum Temperature($^{\circ}$C) ,Time Within 2 $^{\circ}$C of Max (minutes), P.U. Lower Cut – off Temperature($^{\circ}$C) ,Time Above Cut – off(minutes),อุณหภูมิของน้ำเบียร์ตอนเข้า (Temperature in), อุณหภูมิของน้ำเบียร์ตอนออก(Temperature out) โดยค่ามาตรฐานของ P.U. Achieved ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 17 – 23 เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่จะต้องทำการควบคุมเพราะจะมีผลต่อคุณภาพของเบียร์มากที่สุด

<u>อุปกรณ์</u> 1. เครื่อง REDPOST RPU – 120

2. เครื่อง REDPOST RPC - 120

<u>วิธีการ</u>

1. เจาะตัวอย่างเบียร์ เบียร์กระป๋องเจาะที่ก้นกระป๋อง เบียร์ขวดเจาะที่ฝาขวด ต่อเข้ากับเครื่อง REDPOST RPU – 120 ปิดจุกให้แน่น หมุนเกลียวให้แน่นด้วยเกลียวน็อต
2. นำเครื่อง REDPOST RPU – 120 ที่มีตัวอย่างเบียร์นำไปเข้าเครื่อง Pasteurize นำเครื่อง REDPOST RPU – 120 ที่ผ่านเครื่อง Pasteurize แล้วต่อเข้ากับเครื่อง REDPOST RPC – 42
3. เครื่องจะพิมพ์รายงานออกมาโดยจะบอกถึงอุณหภูมิของน้ำเบียร์ที่อยู่ระหว่างการ Pasteurize

<u>เพิ่มเติม</u>

1. การเปิดเครื่อง REDPOST RPC – 120จะใช้แท่งแม่เหล็กเป็นตัวควบคุม
2. ค่า P.U. มาตรฐานอยู่ระหว่าง 17 – 23
3. แผ่นรายงานที่พิมพ์ออกจากเครื่อง จะพิมพ์รายงานออกมา

Rinsing test

Rinsing test เป็นการวัดปริมาตรของน้ำที่ค้างอยู่ในกระป๋องและขวดที่ใช้บรรจุเบียร์ก่อนที่จะบรรจุเบียร์

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. กระป๋องและขวดที่จะใช้บรรจุเบียร์
2. ปิเปตขนาด 1 ml

<u>วิธีการวัด</u>

เก็บกระป๋องหรือขวดที่ผ่านการล้างแล้วจากเครื่องล้างก่อนที่บรรจุเบียร์มา 10 ตัวอย่างแล้วใช้ปิเปต ดูดน้ำที่ค้างอยู่ในกระป๋องหรือขวด แล้วนับปริมาตรของน้ำตามสเกลของปิเปตว่ามีปริมาตรเท่าไร แล้วบันทึกผลหาค่าเฉลี่ย บันทึกผลการวัดหน่วยเป็น ml

การหาค่า NaOH ในขวดก่อนที่จะใช้บรรจุเบียร์

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

2. ขวดที่ใช้บรรจุเบียร์
3. กระดาษ Universalindicator pH 0 – 14

<u>วิธีการตรวจสอบ</u>

เก็บขวดที่ผ่านการล้างจากเครื่องล้างขวดแล้ว 4 – 5 ขวดคว่ำขวดแล้วใช้กระดาษ Universalindicator และหยดน้ำที่ออกจากขวดแล้วดูการเปลี่ยนแปลงของกระดาษ และถ้ากระดาษเปลี่ยนสีไปเป็นสีที่มีค่า pH ตั้งแต่8 ขึ้นไป ถือว่ามีค่า Positive และถือว่ามี NaOH ตกค้างอยู่ในขวด ถ้ากระดาษไม่เปลี่ยนแปลงสีถือว่ามีค่าเป็น Negative และถือว่าไม่มี NaOH ตกค้างอยู่ในขวด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเบียร์ส่วนใหญ่ที่พบประมาณ 4 g/ 1000 ml และจะแตกต่างกันในแต่ละฤดู เช่น ในฤดูร้อนพบว่า ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ประมาณ 3.5 - 4.0 g / 1000 ml แต่ในฤดูหนาวอยู่ที่ประมาณ 4.0 - 4.5 g/ 1000 ml และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่บรรจุขึ้นอยู่กับอุณหภูมิขณะทำการบรรจุ และอาจทำการบรรจุในปริมาณที่มากกว่าปกติเล็กน้อยเพื่อทดแทนการระเหยของก๊าซ

ในการหาปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดอออกไซด์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น Gravimetric method, Volumetric method, Tritimetric method และ Nanometric method แต่ละวิธีที่ใช้มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สถานะของเบียร์ ได้แก่ เบียร์ที่บรรจุอยู่ในขวด, เบียร์ในกระป๋อง, เบียร์ในถัง, เบียร์สด และเบียร์แท้งค์ เป็นต้น นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับความต้องการในความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ เป็นต้น

1. Gravimetric methods

<u>หลักการ</u>

ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะละลายในสารละลายเบส ดังนั้นน้ำหนักที่แตกต่างของสารละลายเบส คือ ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในตัวอย่าง น้ำที่ระเหยออกมาจะถูกทำให้แห้งโดยการเคลื่อนที่ผ่าน anhydrous calcium chloride ก่อนที่จะละลายในสารละลายเบส วิธีนี้เป็นวิธีที่ยุ่งยาก แต่มีความแม่นยำ

(a) Clark's Method

วิธี Gravimetric method นี้ใช้สำหรับเบียร์บรรจุขวด ทำการชั่งน้ำหนักขวดและแช่เย็นให้มีอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เปิดขวดเบา ๆ อย่าให้เกิดการเขย่า เติม diatomacious 2 กรัม และเติม Octyl alcohol 4 มิลลิลิตร เพื่อหยุดการเกิดฟอง ปิดขวดด้วยจุกยาง จุกยางเจาะรูเพื่อต่อกับกระเปาะแก้ว และ U-Tube เติมลูกแก้วเล็ก ๆ และกรดซัลฟูริคเข้มข้น เพื่อดูดซับความชื้น ปลาย u - tube ต่อเข้ากับ Flask ซึ่งยื่นเข้าไปถึงก้น Flask เพื่อเป็นทางผ่านของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภายใน Flask บรรจุ Ascarite (Asbestos fibreแช่ Caustic soda) ซึ่งสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี Flask น้องแช่อยู่ในน้ำเย็นเพื่อป้องกันการเกิด Over heating และขวดบรรจุเบียร์แช่ใน Water bath จนลูกแก้วใน u - tube หยุดนิ่ง ชั่งน้ำหนักของขวดเบียร์ที่หายไป ผลต่างของน้ำหนัก คือ ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

โดยปกติแล้ว ascarite ใน Flask สามารถใช้ได้ประมาณ 6 - 8 ครั้ง สังเกตได้จาก ascarite เปลี่ยนสีควรเปลี่ยน ascarite ใหม่

2. Volumetric Methods

<u>หลักการ</u>

ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้จากการวัดปริมาตรใน Graduated burette จากการดูดซับก๊าซด้วย Caustic soda

(a) Lundin and Ellburg's Method

ใส่ตัวอย่างที่ต้องการทดสอบลงใน Flask 1,000 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกยาง จุกยางเสียบหลอดแก้วที่ยื่นเข้าไปจนถึงก้น Flask และเสียบหลอดแก้วอีกอันที่จุกยาง แต่ปลายยื่นไปถึงใต้จุกยาง ต่อยางและ Pinchock เข้ากับหลอดแก้วทั้งสอง ปิเปต Carbonate - free saturated of caustic soda 4 มิลลิลิตร ลงใน

(b) Zahm – Nagel Apparatus for the Estimation of Carbon Dioxide of Beer in Tank

ปิดจุกก๊อกหมายเลข 2 ต่อเครื่องเข้ากับแท้งค์ที่หมายเลข 1 เปิดก๊อกหมายเลข 10 อ่านค่าความดันที่ manometer หมายเลข 5 เมื่อความดันลดต่ำลง เปิดก๊อกหมายเลข่ 2 เบียร์จะไหลเข้าเครื่องอย่างช้าๆ โดยไม่มีฟอง จนเต็ม ปิดจุกก๊อกทั้งหมด ถอดเครื่องออกจากแท้งค์ เปิดจุกก๊อกหมายเลข 4 เบียร์จะไหลออกมาจนถึงระดับหมายเลข 8 เครื่องจะอ่านความดันจนมีค่าคงที่ อ่านอุณหภูมิที่เทอร์โมมิเตอร์หมายเลข 3 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คำนวณจากตารางที่ให้มากับเครื่อง

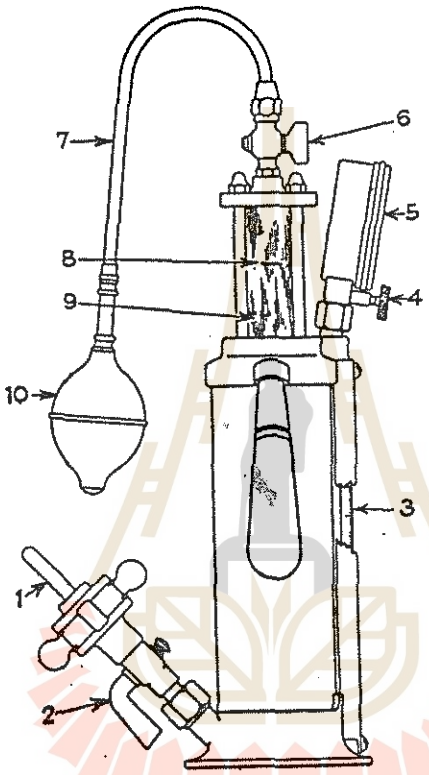


FIG. 131.—Zahm-Nagel apparatus for the estimation of CO_2 of beer in tank.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

flask ตัวอย่างเบียร์ที่อยู่ในถังหรือเบียร์ขวดปิดด้วยจุกก๊อกไว้ไขตัวอย่าง เสียบท่อของ flask ต่อเข้ากับก๊อก เปิดก๊อกไขตัวอย่าง 300 มิลลิลิตร เข้าไปใน flask ชั่งน้ำหนัก flask หาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น เบียร์ที่อยู่ในแท้งค์สามารถเชื่อมก๊อกของแท้งค์กับ flask ได้โดยตรง

ปริมาตรของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถหาได้โดยวิธีของ van Slyke apparatus โดยใช้บิวเรต 50 มิลลิลิตร ต่อเข้ากับก๊อก วางกรวยไว้ด้านบน เติม mecury ในบิวเรต และตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ผ่ายกรวย และเติม 5% sulfuric acid 0.5 มิลลิลิตร ปิดจุกก๊อก จนระดับของ mecury ลดต่ำลง แสดงว่าเกิดสูญญากาศในบิวเรต เขย่า van Slyke apparatus 1 นาที เครื่องจะบอกค่า คาร์บอนไดออกไซด์, อุณหภูมิ, ความดัน ก่อนทำการวิเคราะห์ต้องทำการ calibrate เครื่องมือ

(b) Lefebure and Ge'rard Method

เติม NaOH 10 มิลลิลิตร ในขวดเล็กๆ ปิดด้วยจุกยาง (Fig. 127(A)) ต่อท่อเข้ากับจุกยาง เพื่อให้เบียร์ในแท้งค์ไหลเข้าไป วางขวดซึ่งใส่สารละลายเบสให้เอียงจนสารละลายถึงจุกยาง เปิดก๊อกให้เบียร์ในแท้งค์ไหลออกมา โดยห้ามให้เกิดฟอง ปิดก๊อกค่อยๆเขย่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะรวมเข้ากับสารละลายเบส

เติมน้ำลงไปใน Bunte burette (Fig. 127(7) และ(8)) ด้านขวาของ graduate arm (8) ต่อเข้ากับท่อยาง ซึ่งอีกปลายต่ออยู่กับ flask (5) หลอดแก้ว (B) เติม 3 N sulphuric acid 10 มิลลิลิตร และใส่หลอดแก้ว B ลงใน flask ใส่ตัวอย่าง 40 มิลลิลิตร ลงใน flask ห้ามเขย่า ปิด flask ด้วยจุกยาง แล้วเขย่า เมื่อก๊าซสัมผัสกับตัวอย่าง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะระเหยออกมา น้ำจะไหลออกจากบิวเรต เมื่อระดับของน้ำใน Bunte burette เท่ากัน และไม่มีการเปลี่ยนแปลง บันทึกระดับ, อุณหภูมิ และความดัน

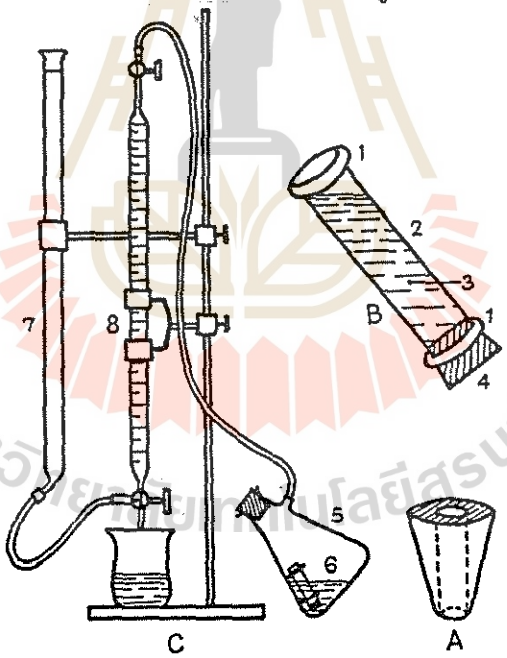


FIG. 127.—Apparatus for the volumetric estimation of CO_2 (*after Lefebvre and Gérard*).
A bored conical rubber stopper; *B* glass tube containing 10 ml. of approximately 3N H_2SO_4 (1 rubber rings; 2 tube; 3 sulphuric acid solution; 4 rubber stopper); *C* Bunte burette (5 Erlenmeyer flask; 6 test beer and tube of acid; 7 levelling tube; 8 graduated arm of burette).

<u>วิธีคำนวณ</u>

สมมุติว่าเหลือเบียร์ในขวด 12 มิลลิลิตร และใช้ cusatic soda 10 มิลลิลิตร ปริมาตรเริ่มต้นของเบียร์ในขวดคือ 40+12-10 = 42 มิลลิลิตร ประมาณปริมาณเบียร์จาก 40 มิลลิลิตรของสารละลายจะได้ว่า

42x10 /52 = 32.31 มิลลิลิตร ถ้าปริมาตรเบียร์เพิ่มขึ้น 80 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 22°C ความดัน 750 mmHg อ่านค่า Factor for Converting Moist to Anhydrous Carbon Dioxide at 0°C and 760 mmHg จาก Table 18 จะได้ค่า CO_2 ที่ถูกต้องคือ 80 x 0.889 = 71.2 มิลลิลิตร caustic soda ที่ใช้สำหรับดูดซับก๊าซ CO_2 ซึ่งเป็นสารประกอบพวก carbonate

สมมุติ ตัวอย่าง 10 ml ให้ CO_2 5 ml ดังนั้น เบียร์ 40 ml มี caustic soda 40 – 32.31 = 7.69 ml และมี CO_2 5 x 0.769 = 3.85 ml และในเบียร์ 32.31 ml ปริมาตรของ CO_2 คือ 71.2 – 3.85 = 67.35 ml

ดังนั้น 100 ml ของตัวอย่างเบียร์จะมีก๊าซ CO_2 208.8 ml ที่อุณหภูมิและความดันปกติ 1,000 ml ของก๊าซ CO_2 หนัก 1.9764 กรัม ปริมาณของก๊าซ CO_2 ในตัวอย่าง คิดเป็นเปอร์เซนต์คือ 1.9764 x 0.2088 = 0.413%

TABLE 18

Correction Factors for Converting Moist to Anhydrous Carbon Dioxide at 0° C. and 760 mm. Hg

°C.	750	755	760	765	770
15	0·919	0·925	0·930	0·937	0·944
16	0·915	0·921	0·927	0·934	0·940
17	0·911	0·917	0·923	0·929	0·935
18	0·906	0·913	0·919	0·925	0·931
19	0·902	0·908	0·914	0·920	0·927
20	0·898	0·904	0·910	0·916	0·922
21	0·893	0·899	0·905	0·912	0·918
22	0·889	0·895	0·901	0·907	0·913
23	0·884	0·890	0·896	0·902	0·909
24	0·880	0·886	0·892	0·898	0·904
25	0·875	0·881	0·887	0·893	0·899
26	0·870	0·876	0·882	0·888	0·894
27	0·865	0·872	0·878	0·883	0·889
28	0·860	0·867	0·873	0·879	0·884

3. Titrimetric Methods

วิธี Titrimetric Methods เป็นการหาปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการดูดซับลงบนสารละลายเบส แล้วทำการไตเตรทหาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้ phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ จุด end – point จะแสดงในรูปของกรดคาร์บอนิกของสารประกอบไบคาร์บอเนต

$$NaOH + CO_2 = NaHCO_3$$

จากสมการ พบว่า 1 กรัมของ NaOH สมมูลกับ 4.4 ของก๊าซ CO_2 ดังนั้น N/10 NaOH 1 ml สมมูลกับ CO_2 4.4 mg

(a) De Clerk Modification of the Canizzaro Method

<u>หลักการ</u>

นำเบียร์ที่ทราบปริมาณที่แน่นอน เติม N/10 NaOH ที่มากเกินพอ แล้วไตเตรทด้วย N/10 HCl ให้เป็นสีแดงชมพู ใช้ phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ ดังนั้น CO_2 จะอยู่ในรูปของ sodium bicarbonate ($NaHCO_3$) ปริมาณของ HCl ที่ใช้ในการไตเตรท ทำให้สารละลายเป็นกลางนั้น จะถูกนำมาหักออกจากปริมาตรของ NaOH ทั้งหมด จะได้ปริมาตรของ CO_2 และกรดอื่นๆ ที่มีอยู่ในเบียร์ ปริมาณของ NaOH ที่จะดึง CO_2 ออกจากเบียร์ทำให้ pH = 8.3 ซึ่งจะสมดุลกับปริมาณของกรดอื่นๆ นอกจากกรดคาร์บอนิก ดังนั้นจึงต้องมีการหักลบออก

วิธีทำ

เติม NaOH 15 ml ลงในส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 ของ comparator จากนั้นเติมตัวอย่างเบียร์ 10 ml อย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันการสูญเสีย CO_2 ในระหว่างการเติม

3	4
1	2

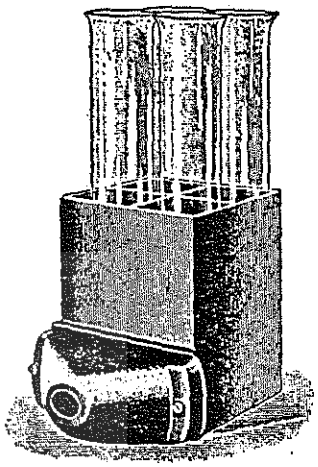


FIG. 37.—Lüers' "Acidimeter"

เบียร์ขวดต้องแช่ในน้ำแข็งก่อน 30 นาที เพื่อให้เกิดการสูญเสียของก๊าซ CO_2 น้อยที่สุด สำหรับเบียร์ที่อยู่ในถัง นำตัวอย่างต่อกับท่อสายยางลงขวด เพื่อให้เบียร์ไหลลงขวดโดยไม่ทำให้เกิดฟอง

tube 1 เติม 10% phenolphthalein

tube 3 เติม น้ำกลั่น

tube 4 เติม buffer solution pH 8.3 + 10% phenolphthalein

นำ tube 1 ไปไตเตรทกับ HCl จนกระทั่ง 1 และ 2 สีเหมือนกัน ในการไตเตรทควรทำการไตเตรทอย่างช้าๆ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาระหว่าง HCl กับ bicarbonates ถ้าต้องการความแม่นยำควรทำการไตเตรท 2 ครั้ง

ใน tube ที่1 มีการเติม phenolphthalein ลงไปในปริมาณที่เพียงพอ ดังนั้นจึงมีความเข้มข้นของอินดิเคเตอร์อยู่ 10% หลังจากการไตเตรทเสร็จ และใน tube ที่ 2 จะมีปริมาตรของน้ำกลั่นเท่ากับปริมาตรของ phenolphthalein ใน tube ที่ 1 และปริมาตรของ N/10 HCl ที่ใช้ในการไตเตรทเท่ากับการไตเตรทครั้งแรก

กรดตัวอื่นจะถูกแยกออกจากตัวอย่าง โดยการนำตัวอย่างมาต้มในบีกเกอร์คนอย่างต่อเนื่อง หลังจากนั้นทำให้เย็น

ปิเปตตัวอย่างที่ต้มแล้วมา 10 ml + 1 ml phenolphthalein ใส่ใน tube ที่ 1

ปิเปตตัวอย่าง 10 ml ใส่ใน tube ที่ 2 โดยไม่ต้องเติมอินดิเคเตอร์

เติมน้ำกลั่นลงใน tube ที่ 3

buffer solution (pH 8.3) + 10% phenolphthalein ใส่ใน tube ที่ 4

ไตเตรท tube ที่ 1 กับ N/10 NaOH จนกระทั่งสีของ tube ที่ 1 และ2 เหมือนกัน ถ้าต้องการความถูกต้อง จะต้องเติมน้ำกลั่นลงใน tube ที่2 ให้มีปริมาตรเท่ากับ NaOH + อินดิเคเตอร์ ที่เติมลงใน tube ที่ 1

<u>การคำนวณ</u>

N/10 NaOH 15 ml + 10 ml Beer

ปริมาตรของ N/10 HCl ที่ต้องการสำหรับ back titration เพื่อให้ได้ pH 8.3 = 2.3 ml

ปริมาตรของ N/10 NaOH ที่ต้องการสำหรับ การไตเตรท 10 ml ของ CO_2 free beer = 2.7 ml

ปริมาตรของ N/10 NaOH ที่ถูกดูดซับโดย CO_2 ของตัวอย่าง = 15 – (2.3 + 2.7) = 10 ml

ดังนั้น N/10 NaOH 1 ml สมมูลกับ 4.4 mg CO_2

ในตัวอย่างมี CO_2 4.4 g/1000 ml หรือ 0.44%

4. Manometric Methods

(a) Gray's Method

ต่อเครื่องมือดังรูปที่129 ทำเครื่องหมายบอกระดับเบียร์ที่ขวด ต่อขวดเข้ากับ gas-proof box และแช่ขวดใน water bath 25 °C เติม 15% NaOH ใน 300 ml resevoir (Fig. 129) ให้ไหลไปยังบิวเรตจนถึงจุกก๊อก B เติม hexyl alcohol ในหลอด capillary เติมน้ำในท่อความดันและท่อโลหะ ปิดจุกก๊อก A เขย่าขวดเบียร์และอ่านความดัน เขย่าอีกครั้งจนค่าความดันคงที่ เปิดจุกก๊อก B และ C แล้วค่อยเปิดจุกก๊อก A ก๊าซและฟองจะแพร่ผ่านเข้าบิวเรต ในบิวเรตจะดูดซับก๊าซ CO_2 เมื่อปริมาณ NaOH ครึ่งหนึ่งจนถึง2ใน3 ไหลออกจากบิวเรต ปิดก๊อก เขย่าบิวเรต เปิดจุกก๊อก C ให้ NaOH ไหลผ่านเข้าไป เปิดจุกก๊อก A และ B เขย่าขวด เร่งการเกิดปฏิกริยาของก๊าซ CO_2 ปิดก๊อก A และ B อ่านปริมาตรของอากาศ และปริมาตรของที่ว่างในขวด

คิดเปอร์เซนต์ของ CO_2โดยน้ำหนัก

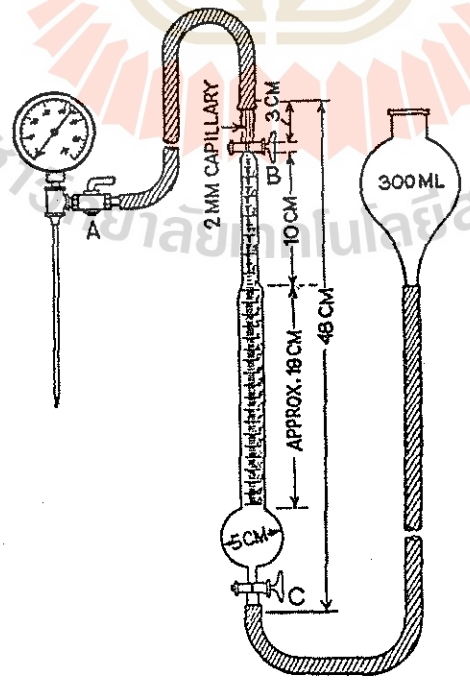


FIG. 129.—Apparatus for the estimation of CO_2 and air in bottled beer (*after Gray*).

$$\% CO_2 = [P - (\frac{\text{ml. Air}}{\text{ml. air space}} \times 14.7)] \times 0.00965$$

P = absolute pressure pound / inch^2 ที่ 25 °C

14.7 = factor (1 atmosphere = 14.7 pound / inch^2)

ml. air = ordinary pressure

ปริมาณก๊าซ CO_2 อาจใช้ nomogram (Fig. 130) โดยใช้ % Air in empty, pressure อ่านค่า % CO_2 จาก nomograme

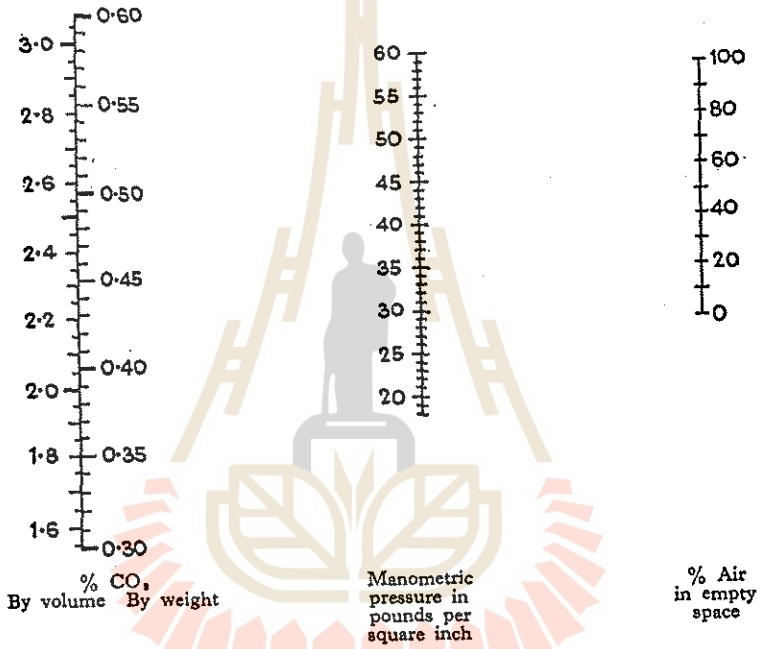


FIG. 130.—Nomogram for calculating CO_2 content of bottled beer.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY LTD.

Specification of beer by T.A.B.

Item		Beck's	Kloster	Black Tiger	Siam Ale	BBK Beer	Amarit NB	Draft Beer
Original Gravity	°P	11.4 ± 0.2	12.0 ± 0.2	14.0 ± 0.2	12.0 ± 0.2	12.0 ± 0.2	11.0 ± 0.2	11.0 ± 0.2
Colour	EBC	5.0 ± 1.0	4.4 ± 0.2	5.3 ± 0.3	4.4 ± 0.2	4.4 ± 0.2	4.6 ± 0.2	4.6 ± 0.2
Alcohol by weight	%	4.0 ± 0.2	4.4 ± 0.2	5.2 ± 0.2	4.4 ± 0.2	4.4 ± 0.2	4.0 ± 0.2	4.0 ± 0.2
Alcohol by Volume	%	5.0 ± 0.25	5.0 ± 0.25	6.5 ± 0.25	5.5 ± 0.25	5.5 ± 0.25	5.0 ± 0.25	5.0 ± 0.25
Bitterness	EBC	28 ± 2.0	24 ± 1.0	30 ± 2.0	24 ± 1.0	24 ± 1.0	20 ± 0.25	20 ± 2.0
Apparent Extract	°P	2.0 ± 0.2	2.0 ± 0.2	1.6 ± 0.1	2.0 ± 0.3	1.6 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1
pH		4.3 ± 0.2	4.1 ± 0.3	4.1 ± 0.3	4.1 ± 0.3	4.1 ± 0.3	4.1 ± 0.3	4.1 ± 0.3
Foam	NIBEM	> 260	> 230	> 230	> 230	> 230	> 230	> 230
Diacetyl	ppm	< 0.08	< 0.12	< 0.12	< 0.12	< 0.12	< 0.12	< 0.12
CO_2 in bottle	G/l	5.5 ± 0.2	5.9 ± 0.2	5.9 ± 0.2	5.9 ± 0.2	5.9 ± 0.2	5.9 ± 0.2	5.9 ± 0.2
CO_2 in can	g/l	5.5 ± 0.2	5.9 ± 0.2	5.9 ± 0.2	5.9 ± 0.2	5.9 ± 0.2	5.7 ± 0.2	5.7 ± 0.2
Dissolved Oxygen	ppm	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Air in Head Space	ml	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	-
P.U.	P.U. unit	17 - 23	17 - 23	17 - 23	17 - 23	17 - 23	17 - 23	-

D.O. ใน Draft beer buffer tank ไม่ควรเกิน 0.4 ppm

รายงานการควบคุมคุณภาพน้ำ

วันที่..... เดือน.....พ.ศ. .....

เวลา	น้ำ Demineralization (Di) ส่งไปต้มเบียร์			น้ำต้มเบียร์					
				น้ำร้อน			น้ำเย็น		
	pH	DH	HCO_3	pH	dH	HCO_3	pH	dH	HCO_3
07.00									
09.00									
11.00									
13.00									
15.00									
17.00									
19.00									
21.00									
23.00									
01.00									
03.00									
05.00									

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY LTD.

PITCHING YEAST JANUARY 98 **Q.C. 202 B**

Beer type **Kloster**

Sampling date	Time	YST No.	From CCT No.	% Yeast solid	Volume of real yeast in YST (hl)	Volume of pitching yeast (hl)		Number of wort (Brew)
						Yeast solid 0.5 l / hl	Yeast solid 0.6 l / hl	
09-01-98	9.00AM	10	8	56.22	35	16.81	20.17	6
	9.00AM	12	16	58.25	12	16.22	19.47	6
14-01-98	12.15 AM	10	1	48.66	47	19.42	23.30	6
19-01-98	10.15 AM	10	2	59.90	34	15.78	18.93	6
29-01-98	10.35 AM	10	24	62.57	40	15.10	18.13	6

Volume of real pitching yeast (hl)	CCT No.	Yeast Generation No.	Sampling date	Time	Cell count exactly at start in CCT (x 10^6 cells/ml)	Analyzed by
YST No 12 - 12 hl YST No. 10 - 0 hl	1	6	09-01-98	9.00AM	13.20	
YST No. 10 - 17 hl	2	6	12-01-98	9.00AM	61.05	
20	23	7	16-01-98	9.00 AM	21.45	
16	24	7	23-01-98	9.00 AM	23.10	
15	9	8	02-02-98	9.00	36.30	

Remarks .....

.....

Approved by .....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

BIOLOGICAL CONTROL

PITCHING YEAST

Q.C. 202.1 B

Beer type **Beck 's**

Sampling date	Time	YST No.	From CCT No.	% Yeast solid	Volume of real yeast in YST (hl)	Volume of pitching yeast (hl)		Number Volume of wort (Brew)	Volume of real pitching yeast (hl)	CCT No.	Sampling date	Time	Cell count exactly at start in CCT (x 10^6 cells/ml)	Analyzed by
						Yeast solid 0.5 l / hl	Yeast solid 0.6 l / hl							
03-03-97	11.45 AM	12	22	63.03	34	14.99	17.99	6	15	17	05-03-97	8.30 AM	26.40	Somitta
17-03-97	8.30 PM	12	17	53.40	32	5.90	7.08	2	6	15	19-03-97	9.00 AM	11.05	Somitta

Remarks .....

.....

Daily Report For Boiler

Boiler No.____

Time เวลา	Steam Pressure ความดันไอ	Stack Temp. อุณหภูมิปล่อง	ตำแหน่ง Oil Compound	น้ำมัน (Fuel Oil)				น้ำ (Feed Water)				ระดับน้ำในถังBoiler	ความดันลบ	ระดับน้ำมันใน Daytank	ลายเซ็นผู้บันทึก
				ความดันจากปั๊ม	ความดันก่อนเข้า	อุณหภูมิน้ำมัน	หมายเลขมิเตอร์	ความดัน	อุณหภูมิ	หมายเลขมิเตอร์	ระดับน้ำในถังFeed				
(น.)	(bar)	(°C)	(0 - 10)	(bar)	(bar)	(°C)	(x 10 litre)	(bar)	(°C)	(m^3)	(%)		(mbar)	(litre)	
05.00															
07.00															
09.00															
11.00															
13.00															
15.00															
17.00															
19.00															
21.00															
23.00															
01.00															
03.00															

Blowdown

ครั้งที่ 1 เวลา_____ น.

ครั้งที่ 2 เวลา_____ น.

ครั้งที่ 3 เวลา_____ น.

ครั้งที่ 4 เวลา_____ น.

ครั้งที่ 5 เวลา_____ น.

ครั้งที่ 6 เวลา_____ น.

Condensate

Flow Meter_____m3

Conductivity(ห้องต้ม)_____µs/cm

pH(ห้องต้ม)_____

Conductivity(โรงบรรจุ)_____µs/cm

pH(โรงบรรจุ)_____

Conductivity(Coldblock)_____µs/cm

Feed Water

Flow Meter_____m3

Conductivity_____µs/cm

pH_____

Blowdown

Conductivity_____µs/cm

pH_____

ปริมาณน้ำมันเตาในถัง

ถังที่ 1 (litre)	ถังที่ 2 (litre)

บันทึกประจำวัน

_____

_____

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

from...../...../.....to...../...../.....

Softener Plant Weekly Report

Month & Date / Description	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
. pH																															
Hardness (ppm.)																															
.Volume (m3)																															
. Regenerate (Time)																															

ห้องวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Remark :

pa/13/1/97

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY LTD.

WASTE WATER ANALYSIS

SAMPLE DATE..... TIME.....

1. Influent Water

COD (2500 mg/l)	BOD (1600 mg/l)	SS (mg/l)	pH (6.0 – 7.0)	TEMP (28-35 °C)

2. Anaerobic System: From Bio Gas Tank MUR SP3

COD	BOD	SS (mg/l)	pH (6.0 – 7.0)	TEMP(28-35 °C)	VFA mg/l

3. Anaerobic System Effluent Water

COD	BOD	SS (mg/l)	pH (6.0 – 7.0)	TEMP(28-35 °C)	VFA mg/l

4.Aerobic System: Aeration Tank

V30 mg/l	SVI mg/l	SS mg/l	pH	TEMP(°C)	MLSS mg/l	DO. Mg/l

5.Aerobic System: Effluent Water

COD(70 mg/l)	BOD(20 mg/l)	SS (30 mg/l)	pH (5.0 – 9.0)	TEMP(°C)	DO. mg/l

6.Oxidation Pond(Lotus Pond)

SS mg/l	pH	TEMP(°C)	DO. mg/l

7. Effluent Water drain to the river

COD(70 mg/l)	BOD(20 mg/l)	SS (30 mg/l)	pH (5.0 – 9.0)	TEMP(°C)	DO. mg/l

REMARK.....

.....

.....

Analysed by..... QC supervisor.....QC manager.....Brewmaster.....

Daily Report For Waste Water Treatment Plant

วันที่	Equalization tank			สารเคมี (ก.ก.)								ตะกอนและผงกรอง (ก.ก.)	
	m^3	BOD_5 (mg/l)	BOD_5 (kg)	ปูนา	ยูเรีย	NaOH	HCl	Polymer	คลอรีน	น้ำยาดับกลิ่น	อื่นๆ	ตะกอน	ผงกรอง
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
รวม													

หมายเหตุ : NaOH 1 ลิตร = 1.5 กก

HCl 1 ลิตร = 1.2 กก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการควบคุมระบบบำบัดน้ำทิ้ง

มาตรไฟฟ้า.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

**C/F = Certifier : C/T = Caustic

เวลาบันทึก	pH						TEMP.(°C)						ระดับ	Infeed (cu.m.)		ตะกอนในบ่อ A.T				C/F	สารเคมี (Kg./day)					
	E.T	A.T	Acid	C/T	Mur	C/F	E.T	A.T	Acid	C/T	Mur	C/F		E.T	Rac ycle	V30	ความหนาแน่น	ตะกอนลอย	น้ำส่วนบน	ลักษณะ	HCl	NaOH	ปูนขาว	ปูเจีย	Cl.	Poly mer
06.00																										
08.00																										
10.00																										
12.00																										
14.00																										
16.00																										
18.00																										
20.00																										
22.00																										
24.00																										
02.00																										
04.00																										
																				เหลือ						

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หมายเหตุ

แบบรายงานการใช้ไฟฟ้าในระบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบการรายงานผลวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษ

บริษัทไทยอมตะบิวเวอรี่ จำกัด

ประจำเดือน..... พ.ศ..... ปทุมธานี ร.ว.3

วันที่	จดครั้งก่อน	จดครั้งหลัง	จำนวนที่ใช้	หมายเหตุ	วันที่	จดครั้งก่อน	จดครั้งหลัง	จำนวนที่ใช้	หมายเหตุ
1					16				
2					17				
3					18				
4					19				
5					20				
6					21				
7					22				
8					23				
9					24				
10					25				
11					26				
12					27				
13					28				
14					29				
15					30				
					31				

รวมปริมาณไฟฟ้าใน 1 เดือน

บันทึกจากมาตรไฟฟ้าเบอร์ที่ PM – 170E

เครื่องจักรที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย

1. Ag I Tator จำนวนแรงม้า 7.5 แรงม้า
2. Blower Aeration จำนวนแรงม้า 20 แรงม้า
3. PUMP จำนวนแรงม้า 15 แรงม้า
4. Clarifier จำนวนแรงม้า 0.75 แรงม้า

.....(ลงชื่อ)
(นายเสริมศักดิ์ พารุ่ง)
ผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องจักร
วันที่...../...../.....

.....(ลงชื่อ)
(นายวิชาญ ฤทธิรงค์)
ผู้รับใบประกอบกิจการโรงงาน
วันที่...../...../.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

Filter aids Type and Speccification

Type	Result of Checking						
	Moisture Content (%)	Density of wet Filter Bed (g/ml)	PH of Aqueous Suspension	Soluble Iron (mg/100 g)	Soluble calcium (mg/100 g)	Filter Rate (hl/hr/m^2)	Smell test
Hyflo Super Cel	<0.5	<0.4	9.0 – 11.0	<10	<20	113 - 162	OK
STD Super Cel	<1.0	<0.43	6.0 – 8.0	<10	<50	25 – 49	OK
Dicalite 215 Cel	<0.5	0.38 – 0.46	5.5 – 5.7	<10	<50	63	OK
Arbocel BWW 40	<0.3	0.38 – 0.46	5.0 – 7.0	<10	<30	759.8	OK
Clarcel CBR	<0.5	<0.40	6.5 - 7.5	<10	<50	30 – 39	OK
Clarcel DIC/B	<0.5	<0.43	9.5 – 10.5	<10	<50	114 - 123	OK

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

กาวปิดฉลาก (Label Glue)

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	No.	Result of Checking					Remark
						Water Resistance (Hrs.)	Viscosity # 4/3/27 C (cp.)	Solid Content (%)	pH	Appearance	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

ฝากระป๋อง (Cans Lid)

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	No.	Result of Checking							Remark
						Curl Outside Diameter (A) (mm)	Curl Height (B) (mm)	Compound (OK)	TAB (OK)	Colour/ Printing (OK)	Weight (g/pcs)	Appearance	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

กระป๋อง (Aluminium Cans)

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	No.	Result of Checking								Remark
						Height (C) (mm)	Diameter			Colour/ Printing (OK)	Weight (g/pcs)	Enamel Test (OK)	Appearance	
							Flange (A) (mm)	Inside Neck (B) (mm)	Outside (D) (mm)					

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

ฉลาก (Lebel)

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	No.	Result of Checking								Remark
						Width (A) (mm)	Length Overall (B(mm)	Length of clear		Colour/ Printing (OK)	Weight (g/pcs)	Orientation / Shrink time (OK/minutes)	Appearance	
								Top (C) (mm)	Bottom (D) (mm)					

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

ฟอยล์ (Foil)

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	No.	Result of Checking						Remark
						Top Length (A) (mm)	Bottom Length (B) (mm)	Width (C) (mm)	Colour/ Printing (OK)	Weight (g/pcs)	Appearance	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

ฝาจีบ (Crown cork)

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	No.	Result of Checking							Remark
						Height (H) (mm)	Diameter		Corrosion (mm)	Colour/ Printing (OK)	Weight (g/pcs)	Appearance	
							Overall (mm)	Inside Finish (mm)					

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

ขวด (Bottle)

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	No.	Result of Checking								Remark
						Height (H) (mm)	Diameter			Colour/ Printing (OK)	Weight (g/pcs)	Fill point Capacity (ml)	Appearance	
							Body (mm)	Ring (mm)	Inside Finish (mm)					

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

กล่อง (Carton)

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	No.	Result of Checking							Remark
						Width W1 (mm)	Length L (mm)	Height H (mm)	T/B Weight W2/W3 (mm)	Colour/ Printing (OK)	Weight (g/m^2)	Appearance	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

Lactic acid

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	Result of Checking		Remark
					1.19 – 1.21 Density 20 °C (g/ml)	Appearance	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

Vitamin C (L – ascorbic acid)

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	Result of Checking				Remark
					< 2.0 Iron (ppm)	2.2 – 2.5 pH of 5% solution	Cleak Colour of solution	Appearance	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

Hops

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	Result of Checking					Remark
					pH	Moisture	Bitterness (BU)	Utilization %	Smell Test	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

Flavouring

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	Result of Checking					Remark
					pH	Extraction %	Colour (EBC)	Bitterness (BU)	Appearance	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

Salt solution

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	Result of Checking				Remark
					Nacl (%)	$CaCl_2$ (%)	$Mgcl_2$ (%)	Appearance	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

$CaCl_2$, $CaSO_4$, $Ca(OH)_2$

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	Result of Checking			Remark
					Calcium (%)	Chloride (%)	Content (%)	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

PVPP

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	Result of Checking			Remark
					Swell Volume (ml) ≤ 60 ml	pH of aqueous Suspension 5 – 11	% Moisture ≤ 6.0	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

Silica Gel

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	Result of Checking			Remark
					Density of wet Filter Bed (g/ml)	(6.0 – 8.0) pH of aqueous Suspension	(Max 3.0%) % Moisture	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

Cellulose

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	Result of Checking			Remark
					Density of \wet Filter Bed (g/ml)	pH of aqueous Suspension	Smell Test	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

THAI AMARIT BREWERY CO., LTD.

Fillter AIDS

Delivery Date	Invoice no. / Date	Supplier	Quantity	Type	No.	Result of Checking							Remark
						Moisture Content %	Density of wet Filter Bed (g/ml)	PH of Aqueous Suspension	Soluble Iron (mg/100 g)	Soluble calcium (mg/100 g)	Filter Rate (hl/hr/m^2)	Smell test	
						<0.5	<0.4	9.0 – 11.0	<10	<20	113 - 162	OK	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

QUALITY CONTROL REPORT

SEAM INSPECTION REPORT

Date..... Time ..... Product ..... Check by ..... Approved by.....

Seam	THICKNESS				LENGTH				BODY HOOK				COVER HOOK				COUNTERSINK				CAN HEIGHT			
Spec. (mm)	1.30 – 1.41				2.45 – 2.80				> 1.40				> 1.40				6.20 – 6.50				250 cc 95.55 – 95.95 330 cc 115.24 – 115.75			
Head No.	1	2	3	AVG.	1	2	3	AVG.	1	2	3	AVG.	1	2	3	AVG.	1	2	3	AVG.	1	2	3	AVG.
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
AVG																								
Max																								
Min																								
Range																								

Pin Height (mm)

KLOSTER 330 cc. (TBC) 107.7

BECK's 330 cc. (CMB) 107.7

BREWMAX 250 (BCM) 83.7

Check by ..... QC Section ..... QC Manager ..... Brewmaster .....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข้อเสนอแนะ

1.ในการวิเคราะห์หาปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ควรเลือกวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับห้องปฏิบัติการเพื่อให้ผลการทดลองที่ได้มีความแม่นยำตรงกับความต้องการของผู้วิเคราะห์

2. ผู้อ่านสามารถศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากเอกสารอ้างอิงท้ายเล่มรายงาน

3. ทางโรงงานควรมีการดูและเรื่องความปลอดภัยสำหรับอาหาร เช่น การดูและการทำความสะอาดท่อส่งน้ำเบียร์, การทำความสะอาดรอบ ๆ บริเวณที่ทำการผลิตและบริเวณถังหมัก

4. ทางโรงงานควรมีการควบคุมดูแลระบบสุขาภิบาลโรงงาน เช่น การกำจัดสัตว์รบกวน ซึ่งจะมีผลต่อการปนเปื้อนในอาหาร

5. ทางโรงงานควรจัดให้มีการทดสอบทางประสาทสัมผัสอย่างถูกต้อง เช่น การจัดสร้างห้องชิม และจัดหาผู้ทดสอบที่มีความชำนาญเฉพาะด้าน มาเป็นผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสอย่างถูกต้อง เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

Kathleen, B.-W. 1957. **A textbook of brewing volume one.** London: Chapman and Hall.

Kathleen, B.-W. 1957. **A textbook of brewing volume two.** London: Chapman and Hall.

Briggs, D.E.,Hough, J.S., Stevens, R. and Young, T.W. 1981. **Malting and brewing science volume I malt and sweet wort.** London : Chapman and Hall

Briggs, D.E.,Hough, J.S., Stevens, R. and Young, T.W. 1982. **Malting and brewing science volume II Hopped wort and beer.** London : Chapman and Hall

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี