บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ในการวางแผนการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย และของเสียจากขั้นตอนการผลิตแต่ละส่วนและน้ำเสียรวมจากการผลิตทั้งโรงงาน เพื่อจะได้ทราบจุดที่ควรปรับปรุงแก้ไขหรือหาทางหมุนเวียนใช้ประโยชน์จากน้ำเสียและของเสีย ซึ่งจะเป็นการช่วยป้องกันปัญหามลพิษที่แหล่งกำเนิดและช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียขั้นสุดท้าย (End of Pipe) ดังนั้น สำนักเทคโนโลยี-สิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม จึงได้มอบให้บริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด ทำการศึกษาและจัดทำเอกสารคู่มือทางวิชาการในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมโรงงานฆ่าสัตว์ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่ทำให้เกิดมลภาวะทางน้ำมาก อีกทั้งน้ำเสียเหล่านี้ยังมีผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ด้วย เพื่อจะได้เป็นการเผยแพร่ให้แก่โรงงานใช้เป็นแนวทางปฏิบัติ และให้เจ้าหน้าที่ส่วนราชการที่เกี่ยวข้องใช้สำหรับกำกับดูแลโรงงานประเภทนี้ ต่อไป

1.2 ขอบเขตของคู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์

ขอบเขตของการศึกษานี้จะครอบคลุมโรงงานฆ่าสัตว์ ซึ่งจัดเป็นอุตสาหกรรมประเภทที่ 4(1) ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม และโดยที่โรงงานฆ่าสัตว์แต่ละชนิดจะมีกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้รายละเอียดของการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เสนอแนะสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์แต่ละประเภทแตกต่างกันด้วย คู่มือแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ที่จัดทำขึ้นจึงได้แยกเล่มสำหรับแต่ละประเภทโรงงาน ดังนี้

- คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ปีก
- คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานฆ่าสุกร
- คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานฆ่าโค

ในส่วนของคู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ปีกฉบับนี้ จะประกอบด้วยรายละเอียดในหัวข้อต่อไปนี้

1) รายละเอียดของกระบวนการผลิตแต่ละส่วน

2) รายละเอียดของแหล่งกำเนิดน้ำเสียและของเสียต่าง ๆ จากการผลิต

3) รายละเอียดของทางเลือกและวิธีการประหยัดวัตถุดิบ (รวมทั้งน้ำใช้) และการลดปริมาณของเสียในแต่ละส่วนของกระบวนการผลิต

4) รายละเอียดของวิธีการที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก

5) รายละเอียดของทางเลือกสำหรับการใช้ประโยชน์ และ/หรือ การบำบัดของเสียที่เป็นของแข็ง รวมทั้งตะกอนส่วนเกินจากระบบบำบัด

6) รายละเอียดของการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

7) เสนอมาตรฐานน้ำทิ้งที่เหมาะสมใช้เฉพาะประเภทโรงงานฆ่าสัตว์ของประเทศไทย

บทที่ 2

อุตสาหกรรมฆ่าสัตว์ปีกในประเทศไทย

สัตว์ปีกเศรษฐกิจที่นำมาใช้เป็นอาหารในชีวิตประจำวันของมนุษย์ คือ ไก่ เป็ด ห่าน และนก ซึ่งจะนำทั้งเนื้อและไข่มาเป็นอาหาร ในบรรดาสัตว์ต่าง ๆ เหล่านี้ ไก่ เป็นสัตว์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการที่สามารถขยายพันธุ์ได้ง่ายและรวดเร็วคือ ใช้เวลาในการฟักไข่เพียง 21 วัน และใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงสั้นจึงสามารถขยายพันธุ์ได้ทันกับการเพิ่มของจำนวนประชากรโลก นอกจากนี้ยังมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าสัตว์ปีกประเภทเป็ดและห่าน ราคาจึงถูก อีกทั้งเนื้อไก่ยังเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่มีไขมันต่ำกว่าเนื้อสุกรและเนื้อโค สำหรับส่วนประกอบของไก่จำนวน 1 ตัวแสดงดังรูปที่ 2-1

2.1 โครงสร้างการผลิตและการตลาด

2.1.1 <u>การเลี้ยงสัตว์ปีก</u>

โครงสร้างการผลิตของธุรกิจการเลี้ยงไก่เนื้อของไทยในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต คือ ประมาณร้อยละ 80 เป็นผู้เลี้ยงรายย่อย และร้อยละ 20 เป็นผู้เลี้ยงรายใหญ่ครบวงจร แต่ในปัจจุบันร้อยละ 65-70 เป็นผู้เลี้ยงรายใหญ่ในรูปของบริษัทที่มีการผลิตแบบครบวงจร ส่วนที่เหลือร้อยละ 30-35 เป็นผู้เลี้ยงรายย่อย และแนวโน้มในอนาคตการเลี้ยงแบบรายย่อยคาดว่าจะลดลงจนหมดไปในที่สุด เพราะส่วนใหญ่การเลี้ยงไก่เนื้อในขณะนี้จะเป็นการเลี้ยงแบบผูกพันระหว่างเกษตรกรและบริษัทที่ประกอบธุรกิจไก่เนื้อแบบครบวงจร (Contract Farming) โดยทางบริษัทจะจัดส่งเจ้าหน้าที่เข้ามาดูแลเป็นประจำและช่วยรับซื้อไก่เนื้อกลับคืนในราคาประกัน ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงในการลงทุนให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงได้เป็นอย่างดี

การผลิตไก่เนื้อของไทยจะขึ้นอยู่กับไก่พันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลัก ปัจจุบันไก่กระทงใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงเพียง 45 วัน ได้น้ำหนักส่งตลาด 1.8-1.9 กิโลกรัม ปัจจัยที่สำคัญที่เกี่ยวข้องในการเลี้ยงไก่ให้ประสบความสำเร็จ ประกอบด้วย

1. พันธุ์ไก่ที่ดี
2. การดูแล และการสุขาภิบาลที่ดี ซึ่งได้แก่
   - 2.1 การแยกเลี้ยงไก่ที่ต่างอายุกัน
   - 2.2 การเลี้ยงระบบเข้าเป็นชุด-ออกเป็นชุด

2.3 การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรงเรือนอยู่เสมอ

2.4 การควบคุมรถยนต์ที่เข้า-ออกฟาร์ม

2.5 การกำจัดซากไก่ตายให้ถูกวิธี

2.6 การตัดปากให้ถูกต้อง

2.7 การควบคุมแสง

2.8 การระบายอากาศที่เหมาะสม

2.9 การดูแลโดยนักสัตวบาลที่มีความสามารถ

2.10 การควบคุมน้ำหนักตัวและความสม่ำเสมอของฝูง

3. การป้องกันโรคที่ดี โดยการทำโปรแกรมวัคซีนอย่างถูกต้อง

4. อาหารที่ดี ได้แก่ การให้อาหารที่มีโภชนาการครบถ้วนตามความต้องการของไก่ในแต่ละระยะ และให้น้ำดื่มที่มีคุณภาพดี

2.1.2 <u>การตลาดเนื้อไก่</u>

จากจำนวนไก่เนื้อที่ผลิตได้ภายในประเทศไทยปี พ.ศ.2539 ทั้งหมด 14 ล้านตัว/สัปดาห์ จะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

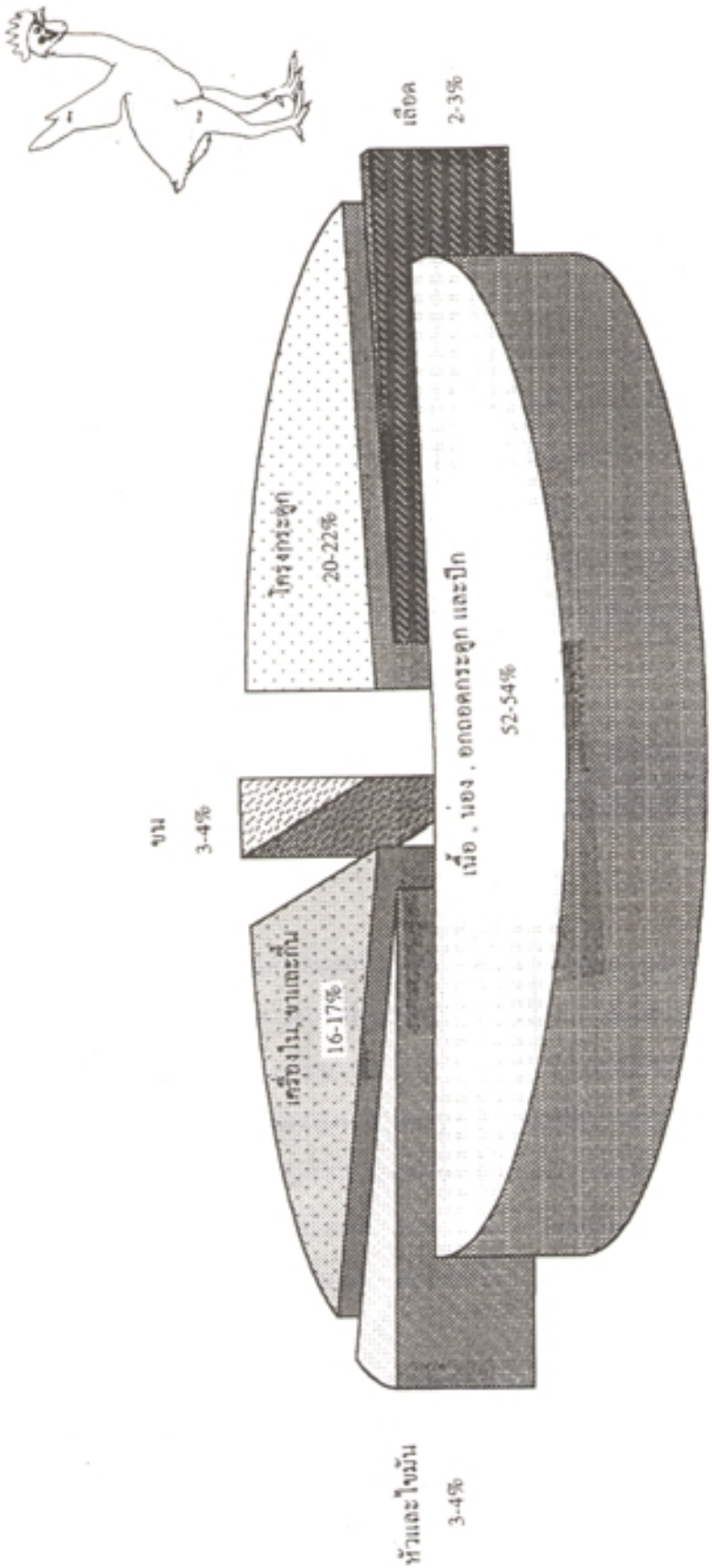
- ส่วนของธุรกิจครบวงจรผลิตเองมีจำนวน 3 ล้านตัว
- ส่วนที่ผลิตโดยเกษตรกรภายใต้สัญญา (Contract Farming) จำนวน 6 ล้านตัว
- ส่วนที่ผลิตโดยเกษตรกรอิสระ ประมาณ 5 ล้านตัว

ดังนั้น จำนวนไก่ที่ถูกส่งเข้าโรงงานฆ่าของธุรกิจครบวงจรประมาณ 9 ล้านตัว/สัปดาห์ ที่เหลืออีกประมาณ 5 ล้านตัวจะถูกส่งเข้าโรงงานฆ่าของธุรกิจอิสระ ซึ่งในจำนวนนี้แบ่งเป็นโรงงานฆ่าไก่ขนาดใหญ่รวมกันประมาณ 2.5 ล้านตัว โรงงานฆ่าไก่คลองตันประมาณ 1.2 ล้านตัว และอีกประมาณ 1.3 ล้านตัว จะถูกส่งไปยังโรงฆ่าขนาดเล็กกระจายในจังหวัดต่าง ๆ (รูปที่ 2-2 แสดงสัดส่วนจำนวนไก่ที่ถูกฆ่าโดยธุรกิจรูปแบบต่าง ๆ)

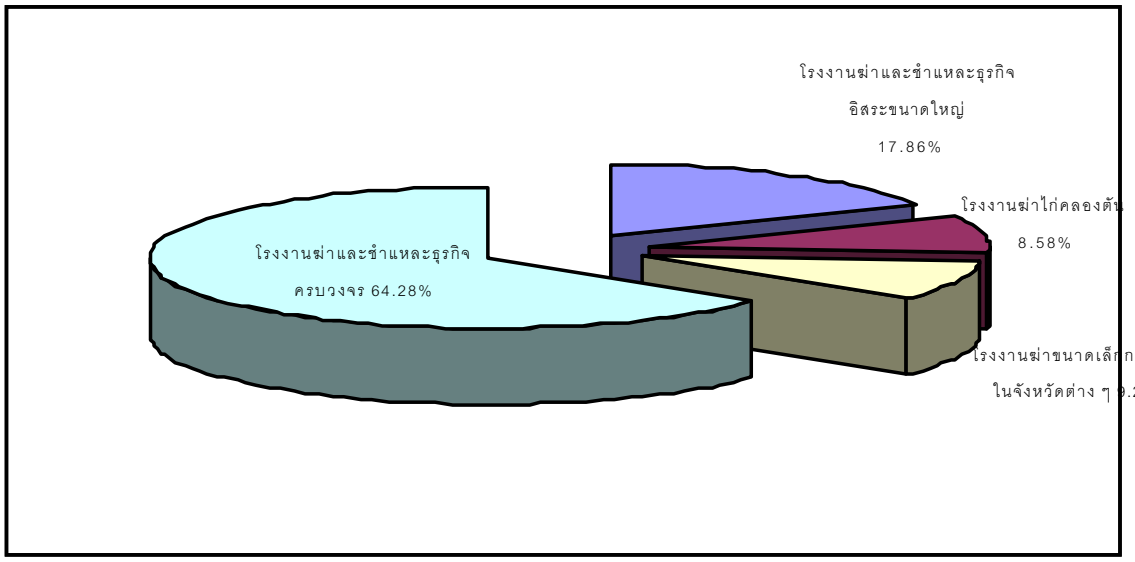
ไก่เนื้อที่ผ่านเข้าโรงเชือดแล้วจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

- ส่วนที่ขายส่งทั้งตัวหลังจากถอนขนแล้วเท่านั้น โดยไม่มีการเอาเครื่องในออก ผู้ค้าส่งจะส่งต่อให้ผู้ค้าปลีกในตลาดสด ผู้ค้าปลีกจะเอาเครื่องในออกขายทั้งตัวส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งก็จะแยกออกเป็นอก สัน ปีก เครื่องใน เลือด กระดูก คอ ขา น่อง เท้าเพื่อขายให้ผู้บริโภค
- ส่วนที่ส่งเข้าฝ่ายแปรรูปของโรงงานทำการแยกชิ้นส่วน เพื่อส่งต่างประเทศเป็นเนื้อไก่แช่แข็ง เพื่อส่งซุปเปอร์มาร์เก็ต เพื่อส่งตู้ไก่แช่เย็นในตลาดสด และเพื่อส่งเข้าโรงงานผลิตไส้กรอก ลูกชิ้น กุนเชียง และไก่ยอ

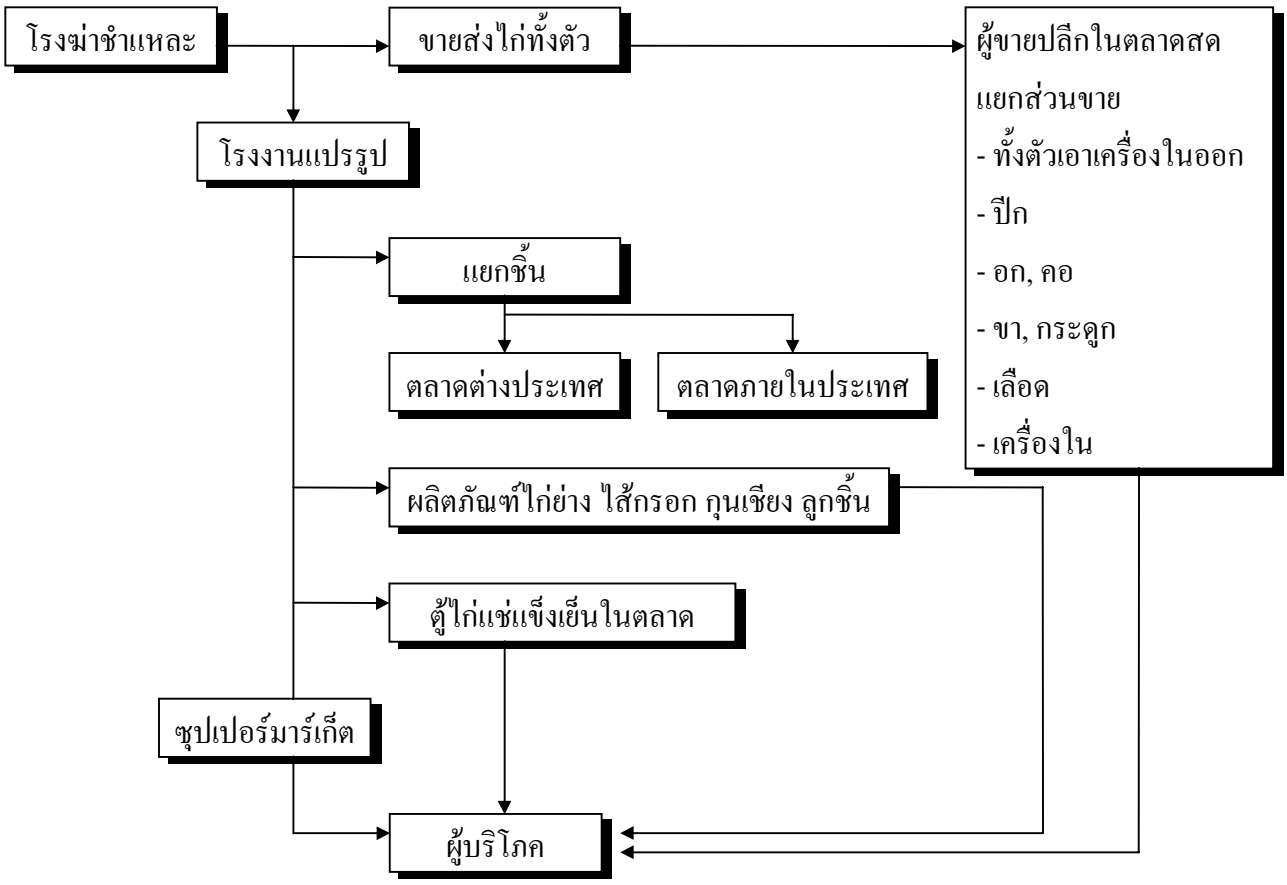
สำหรับวิถีการตลาดเนื้อไก่ ปรากฏดังรูปที่ 2-3



รูปที่ 2-1 ส่วนประกอบโดยเฉลี่ยของไก่ 1 ตัว (น้ำหนัก 1.8 กิโลกรัม)



<u>รูปที่ 2-2</u> การแบ่งสัดส่วนจำนวนไก่ที่ถูกฆ่าโดยธุรกิจรูปแบบต่าง ๆ



<u>รูปที่ 2-3</u> แผนผังวิถีการตลาดของไก่เนื้อ

ไก่เนื้อและผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกไปตลาดต่างประเทศ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่แข็ง ประเทศผู้รับซื้อที่สำคัญคิดเป็นร้อยละ 80-85 ของการส่งออกไก่สดแช่แข็งของไทย คือ ประเทศญี่ปุ่น กล่าวคือในปีหนึ่ง ๆ ญี่ปุ่นมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่แข็งประมาณ 300,000 กว่าตัน ในจำนวนนี้เป็นสินค้าที่ส่งไปจากไทยประมาณ 110,000-150,000 ตันหรือเท่ากับร้อยละ 36-50 ของปริมาณนำเข้าทั้งหมด ทางด้านตลาดรองที่สำคัญ ได้แก่ตลาดประชาคมยุโรป เช่น เยอรมนี เนเธอร์แลนด์ สวิสเซอร์แลนด์ เบลเยี่ยม และสเปน

ในช่วงปี พ.ศ. 2529-2535 ประเทศไทยสามารถส่งออกไก่สดแช่แข็งได้ในปริมาณสูงเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะในช่วงปีพ.ศ. 2533 และปีพ.ศ. 2534 เป็นปีที่อุตสาหกรรมไก่เนื้อของประเทศไทยประสบความสำเร็จค่อนข้างสูง (ตารางที่ 2-1) จึงเป็นเหตุจูงใจให้มีการขยายการผลิตเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณการผลิตเพิ่มมากขึ้นนี้ การบริโภคและการส่งออกกลับไม่ได้ขยายตัวตามที่คาดหมายไว้ ทำให้มีผลผลิตส่วนเกิน ประกอบกับการลดการนำเข้าและการกดราคารับซื้อจากประเทศนำเข้าเป็นเหตุให้ผู้ลี้ยงประสบภาวะขาดทุน รวมทั้งต้นทุนการเลี้ยงไก่ในปีพ.ศ. 2536 ยังเพิ่มสูงขึ้นอีกด้วยโดยเฉพาะต้นทุนทางด้านอาหารสัตว์ สาเหตุจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ภายในประเทศขาดแคลน เช่น กากถั่วเหลือง ปลาป่น และข้าวโพด ทำให้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ตั้งแต่ในปีพ.ศ. 2536 เป็นต้นมา ทำให้ระดับราคาต้นทุนในการเลี้ยงไก่ตกอยู่ที่ 19-22 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่ราคาจำหน่ายอยู่ที่กิโลกรัมละ 13-14 บาท ซึ่งจนถึงปัจจุบันต้นทุนการผลิตยังคงเพิ่มสูงขึ้นอันเนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาแพง เป็นผลให้อุตสาห-กรรมไก่สดแช่แข็งยังคงชะลอตัวต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน อย่างไรก็ตามจำนวนไก่เนื้อที่มีการเลี้ยงในประเทศไทยยังคงมีอัตราเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อตอบสนองต่อความต้องการบริโภคในประเทศ (ตารางที่ 2-2)

อุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่เนื้อเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่สามารถสร้างงานให้กับคนจำนวนมาก อันได้แก่ ผู้เลี้ยงสัตว์ ผู้ปลูกพืชไร่ ผู้ใช้แรงงาน และธุรกิจที่เกี่ยวเนื่อง เช่น ธุรกิจยารักษาสัตว์ อาหารสัตว์ วัสดุอุปกรณ์ ฯลฯ ในปีที่ผ่านมาอุตสาหกรรมไก่สดแช่แข็งประสบปัญหาการส่งออกโดยเฉพาะในตลาดญี่ปุ่น เนื่องจากสาเหตุสำคัญ คือ ผู้ผลิตไทยมีต้นทุนการผลิตอยู่ในอัตราสูง จึงไม่สามารถแข่งขันประเทศจีน และบราซิล ที่มีต้นทุนที่ต่ำกว่าและได้รับการสนับสนุนด้านการเงินและการลงทุนจากหน่วยงานของภาครัฐบาลของประเทศ ดังนั้น เมื่อการส่งออกซึ่งเป็นหัวใจหลักของธุรกิจนี้ประสบปัญหาไม่เพียงปริมาณการส่งออกไก่ที่ลดน้อยลง แต่ยังส่งผลกระทบให้ธุรกิจที่เกี่ยวข้องได้รับความเดือดร้อนเป็นอย่างมาก และถ้าหากอุตสาหกรรมการส่งออกไก่เนื้อไม่ขยายตัวแต่กลับมีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อย ๆ จึงเป็นเรื่องที่น่าเป็นห่วงอย่างยิ่งโดยเฉพาะเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ และเกษตรกรผู้ปลูกพืชไร่

อย่างไรก็ตาม นับตั้งแต่ปลายปี พ.ศ.2540 เป็นต้นมา ซึ่งประเทศไทยประสบปัญหาเศรษฐกิจอย่างหนักและภาวะค่าเงินบาทอ่อนตัวอยู่ที่ 35-40 บาทนั้น เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้การส่งออกไก่สดแช่แข็งสามารถแข่งขันกับประเทศจีน และบราซิลได้

ตารางที่ 2-1 ปริมาณการส่งออกไก่สดแช่แข็งของไทย จำแนกตามกลุ่มประเทศผู้ซื้อที่สำคัญ

ประเทศ	Destination	ปี 2534 (1991)		ปี 2535 (1992)		ปี 2536 (1993)		ปี 2537 (1994)		ปี 2538 (1995)		ปี 2539 (1996)		ปี 2540 (1997)	
		ตัน Ton	ล้านบาท Millon Bahts	ตัน Ton	ล้านบาท Millon Bahts	ตัน Ton	ล้านบาท Millon Bahts	ตัน Ton	ล้านบาท Millon Bahts	ตัน Ton	ล้านบาท Millon Bahts	ตัน Ton	ล้านบาท Millon Bahts	ตัน Ton	ล้านบาท Millon Bahts
ยอดรวม	**Total**	**165,727.40**	**9,983.70**	**163,530.80**	**10,149.90**	**156,879.30**	**9,394.80**	**160,162.50**	**10,374.50**	**168,004.70**	**10,597.90**	**126,520.60**	**8,457.50**	**148,724.67**	**10,945.76**
ญี่ปุ่น	Japan	140,300.40	8,420.20	136,672.40	8,457.40	126,404.40	7,440.00	130,789.60	8,356.80	137,029.50	8,697.50	98,364.10	6,589.40	101,314.13	7,290.42
เยอรมัน	Germany	12,073.20	898.20	11,462.50	996.70	10,177.20	956.10	10,538.10	1,023.10	8,399.30	721.40	9,546.50	776.20	13,524.04	1,227.16
สิงคโปร์	Singapore	3,529.20	190.60	3,978.50	201.20	4,464.40	223.10	5,268.10	282.70	5,547.70	320.20	3,166.80	188.00	5,237.95	339.24
ฮ่องกง	Hong Kong	3,799.20	119.30	4,191.70	93.70	4,400.10	95.10	3,385.40	89.70	3,769.50	122.00	828.20	26.60	1,686.43	75.80
เนเธอร์แลนด์	Netherland	2,176.60	171.30	2,670.20	196.50	3,636.30	291.30	3,037.40	306.10	3,237.10	264.60	5,524.90	384.20	12,995.43	1,085.02
จีน	China	2,295.80	67.30	2,266.70	45.60	3,095.30	93.80	2,877.50	72.40	2,749.80	65.90	999.10	20.10	2,057.17	54.92
อาฟริกา	Africa	-	-	-	-	678.60	36.20	2,328.30	131.10	1,742.20	104.00	46.00	0.50	0.00	0.00
คูเวต	Kuwait	140.20	10.20	400.10	23.60	1,188.10	67.00	396.80	21.50	890.90	51.90	471.80	28.30	598.81	38.22
สวิสเซอร์แลนด์	Switzerland	60.30	4.00	208.70	12.30	422.50	23.50	457.00	29.20	689.60	41.30	107.90	9.70	0.00	0.00
สหรัฐอาหรับฯ	Unitedarab En	115.00	8.10	242.70	14.10	598.80	31.20	152.90	9.30	573.60	34.80	23.00	1.40	78.65	7.13
ซาอุดิอารเบีย	Saudi Arabia	115.00	7.30	254.40	15.70	160.80	7.70	210.80	11.70	529.80	32.30	46.00	2.70	22.98	1.75
อังกฤษ	England	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,086.80	277.00	3,326.85	296.21
มาเลเซีย	Malasia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,845.90	106.40	2,328.59	148.35
อื่น ๆ	Others	1,122.50	87.20	1,182.90	93.10	1,652.80	129.80	720.60	40.90	2,845.70	142.00	1,463.60	47.00	5,553.64	381.54

ที่มา : ด่านกักสัตว์ภายในประเทศ, กองควบคุมโรคระบาด

รวบรวมโดย : ฝ่ายประมวลผลและสถิติ กองแผนงาน กรมปศุสัตว์ โทร.251-4838

ตารางที่ 2-2 จำนวนประชากรสัตว์ประเภทสัตว์ปีก สุกร และโคในประเทศ ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2539

ตัว : Head

ปีพ.ศ. YEAR	ไก่ CHICKEN	เป็ด DUCK	สุกร SWINE	โค CATTLE	กระบือ BUFFALO
2530 (1987)	92,133,783	19,831,031	5,866,886	4,399,099	4,683,599
2531 (1988)	89,812,207	15,934,434	5,740,399	4,595,667	4,619,826
2532 (1989)	69,594,264	16,683,376	6,015,398	5,119,717	4,611,692
2533 (1990)	107,559,323	17,901,840	7,349,710	5,668,530	4,694,290
2534 (1991)	130,837,394	19,123,564	8,202,472	6,626,971	4,805,071
2535 (1992)	135,175,576	19,344,714	8,332,668	7,121,479	4,728,271
2536 (1993)	138,832,027	21,778,395	8,569,126	7,472,573	4,804,146
2537 (1994)	129,997,098	21,811,815	8,479,400	7,637,350	4,224,791
2538 (1995)	111,648,510	18,896,635	8,561,921	7,609,068	3,710,061
2539 (1996)	144,579,428	21,400,375	8,707,887	6,225,221	2,711,737
2540 (1997)	164,685,842	21,829,896	10,139,040	5,592,170	2,293,938

ที่มา : สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด

รวบรวมโดย : ฝ่ายประมาวลผลและสถิติ กองแผนงาน กรมปศุสัตว์

2.2 โรงงานฆ่าสัตว์ปีกในประเทศไทย

จากข้อมูลของกรมปศุสัตว์ในปี พ.ศ. 2539 ประเทศไทยมีโรงฆ่าสัตว์ประเภทสัตว์ปีก จำนวน 344 แห่ง ในขณะที่มีจำนวนโรงงานที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมเพียง 74 แห่ง หรือประมาณร้อยละ 21.5 ของจำนวนโรงงานทั้งหมดในประเภทนี้ โดยอาศัยข้อมูลในด้านรายชื่อโรงงานและลักษณะการประกอบกิจการของโรงงานทั้ง 74 แห่งนี้ สามารถแบ่งกลุ่มโรงงานตามกำลังการผลิตเป็น 3 กลุ่มภายใต้เงื่อนไข ดังนี้

- โรงงานขนาดใหญ่ หมายถึง มีกำลังการผลิตมากกว่า 80,000 ตัว/วัน
- โรงงานขนาดกลาง หมายถึง มีกำลังการผลิตระหว่าง 15,000-80,000 ตัว/วัน
- โรงงานขนาดเล็ก หมายถึง มีกำลังการผลิตต่ำกว่า 10,000 ตัว/วัน

และพบว่าจำนวนโรงงานในแต่ละกลุ่มเท่ากับ 5, 14 และ 55 แห่ง ตามลำดับ

2.3 มลภาวะจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีก

โดยทั่วไปน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์จะมีความสกปรกทั้งในรูปของไขมัน น้ำมัน และสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูง ถ้าหากมีการระบายน้ำเสียที่ยังมิได้ทำการบำบัดความสกปรกเหล่านี้ก่อนลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะโดยตรง ก็จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและประชาชนที่ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำนั้น ๆ อย่างมาก หรือหากโรงงานมีการบำบัดน้ำเสียที่ไม่เหมาะสม ก็ยังจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นจากระบบบำบัดส่งผลกระทบต่อชุมชนข้างเคียง ขณะเดียวกันปัญหากลิ่นเหม็นอีกส่วนหนึ่ง มักเกิดจากการตกค้างของของเสียที่เป็นของแข็ง เช่น ขน เศษหนัง และเศษกระดูก เป็นต้น หรือมีการกำจัดอย่างไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล

จากจำนวนโรงฆ่าสัตว์ประเภทสัตว์ปีกทั่วประเทศประมาณ 344 แห่งนั้น มากกว่าร้อยละ 80 เป็นโรงงานที่มีขนาดเล็กที่ยังขาดการจัดการด้านของเสียและน้ำเสียอย่างถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล โรงฆ่าสัตว์เหล่านี้จึงมักก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ผลการสำรวจโรงฆ่าสัตว์ปีกที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งแบ่งตามกำลังการผลิตเป็นขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กด้วยแบบสอบถามด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในโรงงาน สรุปได้ดังนี้

- **กลุ่มโรงงานขนาดใหญ่**

จากข้อมูลของจำนวน 7 โรงงานที่มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 85,000 ตัว/วัน จนถึง 150,000 ตัว/วัน พบว่าโรงงานทั้งหมดจะเป็นโรงงานที่ฆ่าเฉพาะไก่เพียงอย่างเดียว ของเสียที่เกิดขึ้นในโรงงานมีทั้งของเสียที่เป็นของแข็ง เช่น ขน มูลสัตว์ ไส้ หัว และเศษเลือดต้มสุก และของเสียที่เป็นของเหลว ซึ่ง

เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตทั้งหมด ตั้งแต่ขั้นตอนการรับและฆ่า การลวก การถอนขน การแยกเครื่องใน การตัดแต่ง การลดอุณหภูมิ และการล้างพื้นโรงงานอันเป็นขั้นตอนที่กำเนิดน้ำเสียมากที่สุด โดยเฉลี่ยการฆ่าไก่กำเนิดน้ำเสียตั้งแต่ 18-25 ลิตร/ตัว

ในส่วนการจัดการของเสียที่เป็นของแข็ง ทางโรงงานสามารถจำหน่ายได้หมด ส่วนการจัดการน้ำเสียจะใช้วิธีการบำบัดน้ำเสียที่ประกอบด้วยการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อน เช่น การใช้ตะแกรงกรองและบ่อดักไขมันแล้วจึงติดตามด้วยการบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ โรงงานส่วนใหญ่จะใช้ระบบบ่อหมัก ติดตามด้วยบ่อเติมอากาศและบ่อผึ่ง และโรงงานบางส่วนใช้ระบบตะกอนเร่ง โดยโรงงานทั้งหมดสามารถบำบัดให้น้ำทิ้งมีลักษณะสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานของทางราชการก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ อย่างไรก็ตาม โรงงานบางแห่งจะมีการนำน้ำทิ้งหลังการบำบัดกลับมารดน้ำต้นไม้ในโรงงาน

- **กลุ่มโรงงานขนาดกลาง**

จากข้อมูลของโรงงานจำนวน 8 แห่ง ที่มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 18,000 ตัว/วัน จนถึง 80,000 ตัว/วัน พบว่า โรงงานส่วนใหญ่เป็นโรงงานที่ฆ่าเฉพาะไก่เพียงอย่างเดียว มีเพียงหนึ่งแห่งที่ฆ่าเป็ด ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่เป็นของแข็ง ได้แก่ ขน มูลสัตว์ หัว และไส้ ส่วนของเสียที่เป็นของเหลว คือน้ำเสียที่เกิดจากขั้นตอนต่าง ๆ เช่นเดียวกับโรงงานขนาดใหญ่ โดยเฉลี่ยการฆ่าไก่กำเนิดน้ำเสียตั้งแต่ 12-25 ลิตร/ตัว ส่วนการฆ่าเป็ดจะกำเนิดน้ำเสียมากกว่าในอัตรา 46 ลิตร/ตัว

โรงงานสามารถจัดการของเสียที่เป็นของแข็งได้หมดเช่นเดียวกับโรงงานขนาดใหญ่ และในด้านการจัดการน้ำเสีย โรงงานก็มีระบบบำบัดน้ำเสียที่สามารถบำบัดน้ำทิ้งจนมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานของทางราชการเช่นกัน โดยระบบบำบัดน้ำเสียประกอบด้วยระบบบำบัดขั้นต้น และระบบบำบัดขั้นทุติยภูมิ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นระบบบ่อเติมอากาศ ระบบบ่อหมักติดตามด้วยบ่อเติมอากาศและบ่อผึ่งตลอดจนระบบตะกอนเร่ง น้ำทิ้งหลังการบำบัดในบางโรงงานจะนำกลับมาใช้ในการรดน้ำต้นไม้แทนการระบายทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

- **กลุ่มโรงงานขนาดเล็ก**

จากข้อมูลโรงงานจำนวน 21 แห่ง พบว่าโรงงานส่วนใหญ่มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 150 ตัว/วันจนถึง 600 ตัว/วัน และมีบางส่วนมีกำลังการผลิตระหว่าง 1,500-4,000 ตัว/วัน โรงงานเหล่านี้จะดำเนินกิจการเฉพาะการฆ่าแต่ไม่มีการชำแหละ ของเสียจากกระบวนการผลิตมีทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวเช่นเดียวกับโรงงานขนาดใหญ่และขนาดกลาง แต่จะมีปริมาณน้ำเสียต่ำกว่ามาก โดยเฉลี่ยการฆ่าไก่จะกำเนิดน้ำเสียตั้งแต่ 9-15 ลิตร/ตัว ส่วนการฆ่าเป็ดจะกำเนิดน้ำเสียประมาณ 27 ลิตร/ตัว

โรงงานที่มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 150-600 ตัว/วัน อันได้แก่ โรงงานในบริเวณคลองตันและคลองเตยมีระบบบำบัดน้ำเสียที่ประกอบด้วยระบบบำบัดขั้นต้นเท่านั้น คือใช้ตะแกรงกรองและน้ำเสียไหลลงยังบ่อพักหรือระบายลงสู่ท่อสาธารณะโดยตรง ในขณะที่โรงงานที่มีกำลังการผลิตระหว่าง 1,500-

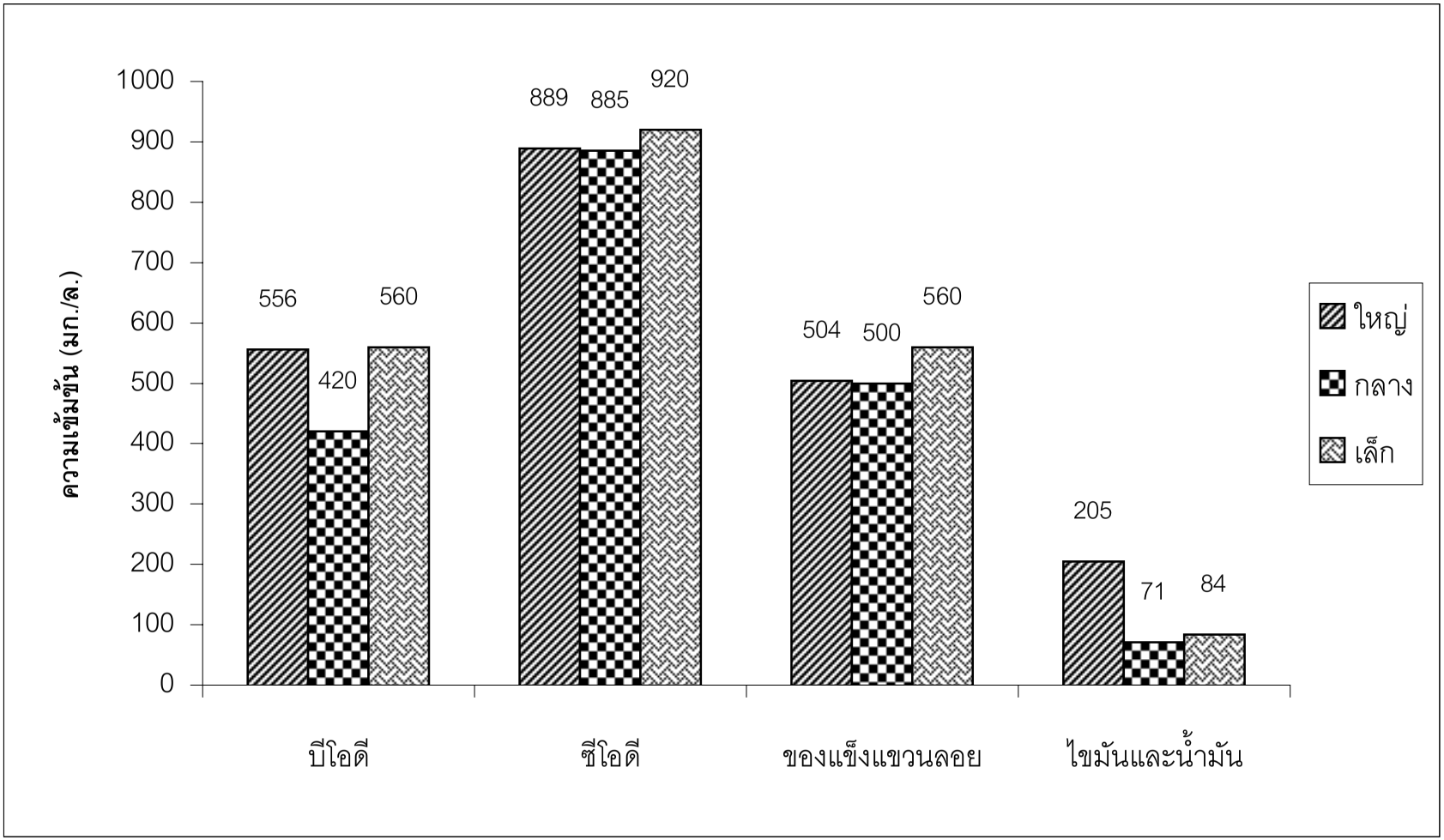
4,000 ตัว/วัน ส่วนใหญ่จะมีระบบบำบัดน้ำเสียเป็นแบบบ่อผึ่งธรรมชาติ ส่วนน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัดจะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะและบางส่วนจะเก็บกักไว้ภายในโรงงาน

สำหรับความสกปรกของน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการฆ่าสัตว์ปีกในโรงงานแต่ละกลุ่ม ซึ่งเป็นผลจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ (รูปที่ 2-4) พบว่า

- กลุ่มโรงงานขนาดเล็กจะกำเนิดน้ำเสียที่มีค่าบีโอดี ซีโอดี และของแข็งแขวนลอยสูงกว่ากลุ่มโรงงานขนาดใหญ่และขนาดกลาง โดยคาดว่าเกิดจากโรงงานขนาดเล็กขาดการดูแลในด้านสุขอนามัยที่ดีและมีการใช้น้ำในปริมาณน้อยในการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ ความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ จึงสูงมาก ส่วนค่าไขมันและน้ำมันจะต่ำกว่าโรงงานขนาดใหญ่แต่ใกล้เคียงกับโรงงานขนาดกลาง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในกระบวนการผลิตของโรงงานขนาดเล็กไม่มีขั้นตอนการแช่เย็น ซึ่งเป็นขั้นตอนที่กำเนิดน้ำเสียที่มีค่าไขมันและน้ำมันสูงสุด
- กลุ่มโรงงานขนาดใหญ่และขนาดกลาง กำเนิดน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกในรูปต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะค่าซีโอดีและของแข็งแขวนลอย ยกเว้นเฉพาะค่าไขมันและน้ำมันที่โรงงานขนาดใหญ่จะสูงกว่าโรงงานขนาดกลาง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณการใช้น้ำในขั้นตอนการแช่เย็นของโรงงานแต่ละแห่งจะแตกต่างกัน โดยในกรณีนี้ แสดงว่าโรงงานขนาดกลางมีการใช้น้ำในขั้นตอนการแช่เย็นมากกว่าโรงงานขนาดใหญ่

ดังนั้น สรุปได้ว่ากลุ่มโรงงานฆ่าสัตว์ขนาดเล็กซึ่งส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมภายในครัวเรือน ยังมีกรรมวิธีการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐานในด้านความสะอาดของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะขาดขั้นตอนการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ (การแช่เย็น) อีกทั้ง มีการใช้น้ำในการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์น้อยมาก ทำให้น้ำเสียมีความเข้มข้นของสิ่งสกปรกต่าง ๆ มาก ในขณะที่โรงงานเหล่านี้จะมีการบำบัดน้ำเสียเพียงขั้นต้นคือการกำจัดของแข็งขนาดใหญ่เท่านั้น ส่วนโรงงานฆ่าสัตว์ขนาดใหญ่และขนาดกลางจะคำนึงถึงกรรมวิธีการผลิตที่ได้มาตรฐานความสะอาดของผลิตภัณฑ์เป็นหลัก ทำให้มีการใช้น้ำในการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์มากกว่าโรงงานขนาดเล็ก นอกจากนี้ โรงงานขนาดใหญ่และขนาดกลางยังมีการจัดการของเสียและการบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพดีกว่าโรงงานขนาดเล็กอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าโรงงานขนาดใหญ่และขนาดกลางจะมีการบำบัดน้ำเสียและการจัดการของเสียที่ดีกว่าโรงงานขนาดเล็ก แต่พบว่า โรงงานกลุ่มนี้ในบางแห่งก็ยังมีการใช้น้ำอย่างไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ซึ่งนอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรน้ำเป็นอย่างมากแล้ว ยังเป็นการเพิ่มปริมาณความสกปรกในน้ำเสียที่จะต้องทำการบำบัดโดยไม่จำเป็นอีกด้วย



รูปที่ 2-4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าบีโอดี ซีโอดี ไขมันและน้ำมัน และของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียของโรงงานฆ่าสัตว์ปีกขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก

บทที่ 3

กระบวนการผลิต แหล่งของวัสดุเศษเหลือและสมดุลย์มวลสาร

3.1 กระบวนการผลิต

เนื่องจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีกจากข้อมูลเกือบทั้งหมดเป็นโรงงานฆ่าไก่ และจากการสำรวจโรงงานฆ่าไก่แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามกำลังการผลิต คือ ขนาดใหญ่มีกำลังการผลิตมากกว่า 80,000 ตัว/วันขึ้นไป , ขนาดกลางมีกำลังการผลิตระหว่าง 15,000-80,000 ตัว/วัน และกลุ่มขนาดเล็กที่มีกำลังการผลิตต่ำกว่า 10,000 ตัว/วัน และเมื่อพิจารณาจากกระบวนการผลิตของโรงงานฆ่าไก่ พบว่าแบ่งเป็นเพียง 2 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 : เป็นกระบวนการฆ่าไก่ที่มีกระบวนการชำแหละและตัดแต่งร่วมด้วย โดยจะเรียกว่าเป็นแบบมาตรฐาน (เป็นกระบวนการผลิตของโรงงานขนาดกลางถึงขนาดใหญ่)

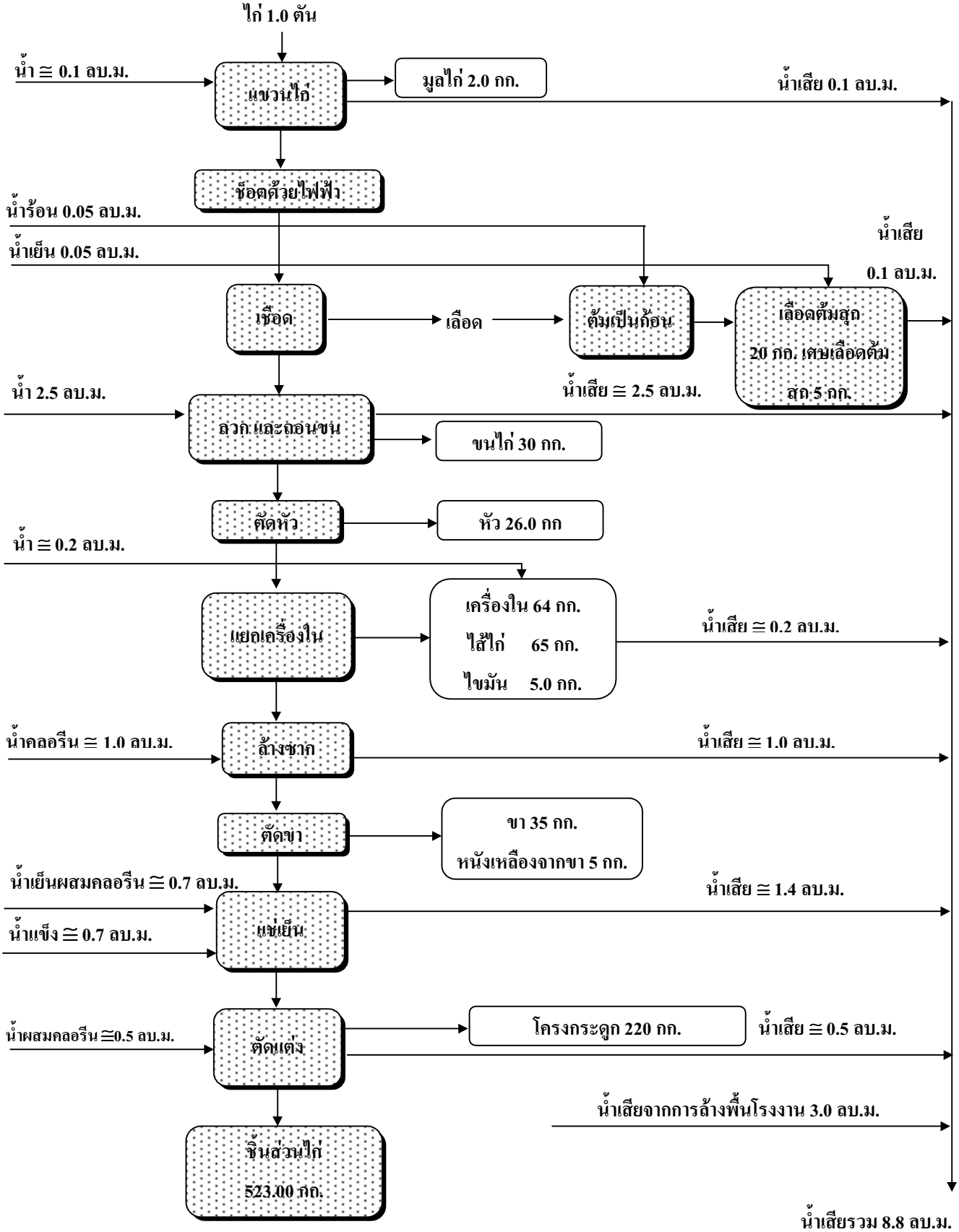
ประเภทที่ 2 : เป็นกระบวนการฆ่าไก่และชำแหละแต่ไม่ตัดแต่ง (เป็นกระบวนการผลิตของโรงงานขนาดเล็ก)

ดังนั้น ในบทนี้จะกล่าวถึงกระบวนการฆ่าไก่เป็น 2 ประเภท คือ กระบวนการฆ่าและชำแหละไก่แบบมาตรฐาน และกระบวนการฆ่าไก่ของโรงงานขนาดเล็ก โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 <u>กระบวนการฆ่าและชำแหละไก่แบบมาตรฐาน</u>

โรงงานฆ่าไก่ที่มีขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ มักจะเป็นการผลิตเพื่อการส่งออกยังต่างประเทศ ทำให้สินค้าต้องถูกควบคุมดูแลในด้านความสะอาดอย่างเข้มงวด โดยการปฏิบัติงานในโรงงานทั้งหมดจะต้องเป็นไปตามข้อบังคับของกรมปศุสัตว์ซึ่งปัจจุบันจะยึดถือตามข้อบังคับที่ประกาศใช้ในปี พ.ศ. 2535 (ข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้แสดงในภาคผนวก ก.) นอกจากนี้ในรายที่ส่งสินค้าไปกลุ่มประเทศยุโรปหรือประเทศญี่ปุ่น จะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขหรือข้อบังคับของแต่ละแห่งเพิ่มเติมอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม กระบวนการฆ่าและชำแหละไก่แบบมาตรฐาน (รูปที่ 3-1) มีดังนี้



<u>รูปที่3- 1</u> แผนผังแสดงขั้นตอนการฆ่าและชำแหละไก่แบบมาตรฐาน

3.1.1.1 <u>การรับไก่</u>

โดยทั่วไปไก่ที่จะถูกนำมาเชือดจะมีน้ำหนักประมาณ 1.8-2.6 กิโลกรัม อายุประมาณ 6-8 สัปดาห์ จะต้องให้อดอาหารเป็นเวลาอย่างน้อย 6 ชั่วโมง เนื่องจากจะทำให้ไก่มีน้ำหนักมากกว่าปกติ และยังเป็นการเพิ่มปริมาณมูลไก่ที่จะต้องกำจัดออกจากโรงงานด้วย เมื่อไก่ถูกขนส่งมาถึงโรงงานควรจะให้ไก่พักระยะหนึ่งเพื่อให้ไก่สงบลง ขั้นตอนต่อไปจึงนำไก่ซึ่งอยู่ในกล่องพลาสติกบนรถบรรทุกชั่งน้ำหนักแล้วจึงนำไก่ออกจากกล่องขึ้นแขวนไก่แล้วฉีดน้ำให้ไก่เปียก ก่อนจะนำเข้าสู่เครื่องช๊อตไฟฟ้าเพื่อทำให้ไก่สลบและส่งเข้าห้องเชือดต่อไป

กระบวนการรับไก่ ประกอบด้วย

น้ำใช้ปริมาณ 0.1 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

วัสดุเศษเหลือที่เป็นของแข็ง : มูลไก่สด 2.0 กิโลกรัม/ตันไก่

วัสดุเศษเหลือที่เป็นของเหลว : น้ำเสียจากการฉีดน้ำให้ไก่เปียก 0.1 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

3.1.1.2 <u>การเชือดและการรวบรวมเลือด</u>

ไก่ที่ถูกช็อตด้วยไฟฟ้าเพื่อให้สลบแล้วจะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับราว ผ่านเข้าสู่ห้องเชือดไก่ ที่ใช้คนมุสลิมเป็นคนเชือด ไก่ที่ผ่านการเชือดจะเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางหนึ่งเพื่อให้เลือดไก่ไหลออกจนหมดซึ่งใช้เวลาประมาณ 1-2 นาที เลือดไก่จะไหลรวมกันไปบนรางสแตนเลส แล้วถูกถ่ายลงสู่ถ้วยใบเล็กและผ่านไอน้ำเพื่อให้เลือดจับตัวเป็นก้อน จากนั้นจะนำไปต้มในสารละลายเกลือ 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วล้างด้วยน้ำ รวบรวมและส่งขาย

ในขั้นตอนการเชือดและรวบรวมเลือดนี้ ประกอบด้วย

น้ำร้อนอุณหภูมิ 55-60°ซ ปริมาณ 0.05 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

น้ำเย็นอุณหภูมิ 10-15°ซ ปริมาณ 0.05 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

วัสดุเศษเหลือที่เป็นของเหลว : น้ำเสียจากการต้มและล้างก้อนเลือด 0.1 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

3.1.1.3 <u>การลวกและการถอนขน</u>

ไก่ที่ผ่านการเชือดแล้ว จะถูกผ่านลงไปในถังลวกไก่ที่มีอุณหภูมิ 53.3-62.8°ซ ประมาณ 1-2 นาที เพื่อให้สามารถถอนขนไก่ได้ง่าย ไก่ที่ลวกแล้วจะถูกป้อนอย่างต่อเนื่องเข้าไปในเครื่องถอนขนไก่ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ เครื่องถอนขนที่มีลักษณะเป็นถังกลมภายในบรรจุยางคล้ายนิ้วที่จะทำหน้าที่ปัดขนออกจากตัวไก่รอบตัวเครื่องจะเป็นรูกลมเพื่อให้ขนไก่ที่ถูกดึงออกหลุดออกจากเครื่อง ขณะถอนขนไก่เครื่องจะหมุนวนไปรอบ ๆ เพื่อให้นิ้วยางสัมผัสตัวไก่มากที่สุด โรงงานที่ใช้

เครื่องถอนขนชนิดนี้จะต้องปลดไก่ออกจากรางหลังจากการลวกแล้วลงใส่ในเครื่องถอนขน และขณะที่เครื่องถอนขนทำงานจะฉีดล้างตัวไก่และเครื่องเพื่อไล่ขนออกให้มากที่สุด

สำหรับเครื่องถอนขนอีกชนิดหนึ่งนั้นจะมีลักษณะเป็นห้องที่ผนังบรรจุยางคล้ายนิ้วที่มีความยาวแตกต่างกันเพื่อทำหน้าที่ปัดขนไก่ออกจากตัวไก่ ไก่จะยังคงแขวนมาตามราวภายหลังจากขั้นตอนการลวก เมื่อราวไก่ผ่านเข้าเครื่องถอนขนแล้วขนจะถูกปัดตกลงสู่พื้น ส่วนตัวไก่จะผ่านเข้าเครื่องล้างตัวไก่เพื่อกำจัดขนที่ติดมาอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นตอนการลวกและถอนขน ประกอบด้วย

น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 53.3-62.8°ซ ปริมาณ 2.5 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

วัสดุเศษเหลือที่เป็นของเหลว : น้ำเสียจากการลวกและถอนขนไก่ 2.5 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

วัสดุเศษเหลือที่เป็นของแข็ง : ขนไก่ 30 กิโลกรัม/ตันไก่

3.1.1.4 <u>การแยกเครื่องในและล้างซาก</u>

ไก่ที่ผ่านการถอนขนแล้วจะถูกนำเข้าสู่ห้องชำแหละ เริ่มจากการตัดหัวไก่, ควักไส้และเครื่องในออก แต่ละส่วนจะถูกแยกออกจากกันล้างทำความสะอาดและรวบรวมใส่ภาชนะเพื่อบรรจุและส่งออกจำหน่าย หลังจากไก่ถูกควักไส้และเครื่องในออกแล้วจะเป็นการทำความสะอาดตัวไก่อีกครั้งโดยเป็นการล้างทั้งด้านในและด้านนอกตัวไก่ การล้างด้านในตัวไก่จะใช้ท่อน้ำฉีดล้าง ส่วนการล้างด้านนอกจะใช้เครื่องล้างด้วยความดันก่อนจะนำไปเข้าสู่ขั้นตอนการแช่เย็นไก่จะถูกตัดขาเพื่อปลดตัวไก่ลงสู่ถังแช่เย็น และส่วนขาไก่จะถูกนำไปแยกเอาหนังเหลืองออก

ขั้นตอนการแยกเครื่องในและล้างซาก ประกอบด้วย

น้ำสะอาดปริมาณ 0.2 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

น้ำที่มี residual chlorine 5 ppm ปริมาณ 1.0 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

วัสดุเศษเหลือที่เป็นของแข็ง :

หัวไก่	26	กิโลกรัม/ตันไก่
เครื่องใน	64	กิโลกรัม/ตันไก่
ไส้ไก่	65	กิโลกรัม/ตันไก่
ไขมัน	5.0	กิโลกรัม/ตันไก่
ขาไก่	35.0	กิโลกรัม/ตันไก่
หนังเหลืองที่ขาไก่	5.0	กิโลกรัม/ตันไก่

วัสดุเศษเหลือที่เป็นของเหลว : น้ำเสียจากการทำความสะอาดเครื่องใน 0.2 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

น้ำเสียจากการล้างซาก 1.0 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

3.1.1.5 <u>การแช่เย็น</u>

ภายหลังจากที่ไก่ถูกตัดขาแล้วตัวไก่จะตกลงสู่เครื่องแช่เย็น (Chilling machine) ซึ่งมีน้ำผสมน้ำแข็ง อุณหภูมิประมาณ 0°ซ ไก่จะถูกลดอุณหภูมิลงจนเหลือ 4°ซ เมื่อใช้ระยะเวลาอยู่ในถังแช่เย็นประมาณ 40 นาที ทั้งนี้ต้องควบคุมให้น้ำเย็นในถังแช่เย็นมี residual chlorine ประมาณ 20-50 ppm เพื่อหยุดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ปนมากับไก่

ขั้นตอนการแช่เย็น ประกอบด้วย

น้ำเย็นผสมคลอรีน	0.7	ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่
น้ำแข็ง	0.7	ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

วัสดุเศษเหลือที่เป็นของเหลว : น้ำเสียจากการแช่เย็นไก่ 1.4 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

3.1.1.6 <u>การตัดแต่ง</u>

ในกรณีที่เป็นไก่ส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ ซึ่งต้องการขายในรูปเนื้อไก่สด เช่น ส่วนอกไก่ น่องไก่ ปีกไก่ เป็นต้น ก็จะทำการตกแต่งเพื่อให้ได้ชิ้นส่วนเหล่านี้ จากนั้นจะบรรจุลงในถุงพลาสติกปิดผนึกภายใต้สูญญากาศ และนำไปเก็บไว้ในห้องแช่แข็ง (ante-room) อุณหภูมิ 0°ซ นาน 1-2 ชั่วโมง และส่งต่อไปเก็บในห้องแช่เยือกแข็ง (freezing room) ที่มีอุณหภูมิ -20°ซ ก่อนการส่งออกต่อไป

ขั้นตอนนี้ ประกอบด้วย

น้ำผสมคลอรีน 0.5 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

วัสดุเศษเหลือที่เป็นของแข็ง : โครงไก่ 220 กิโลกรัม/ตันไก่

วัสดุเศษเหลือที่เป็นของเหลว : น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์ตัดแต่งและล้างมือพนักงาน 0.5 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่

3.1.1.7 <u>บทสรุปของการทำสมดุลย์มวลสาร</u>

ในการฆ่าไก่จนถึงกระบวนการตัดแต่งใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 3 ชั่วโมง ส่วนข้อมูลสมดุลย์มวลสารของกระบวนการฆ่าและชำแหละไก่แบบมาตรฐานแสดงดังตารางที่ 3-1

เนื่องจากอุตสาหกรรมฆ่าไก่เป็นอุตสาหกรรมอาหารซึ่งผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นนอกจากมนุษย์จะนำมาใช้บริโภคแล้ว ยังเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น ๆ อีก ดังนั้นความสะอาดจึงเป็นสิ่งที่โรงงานต้องคำนึงถึงสูงสุด ทั้งความสะอาดของอุปกรณ์เครื่องมือพนักงานโดยเฉพาะที่ต้องสัมผัสกับตัวไก่ โรงงาน จนถึงผลิตภัณฑ์ โรงงานฆ่าไก่มักจะทำความสะอาดโรงงานตั้งแต่อุปกรณ์ เครื่องจักรและพื้นโรงงาน อย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง คือตอนเที่ยง และตอนเย็นหลังเลิกงาน ทำให้น้ำเสียจากส่วนนี้มีปริมาณสูงคือประมาณ 3.0 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่ แต่ความสกปรกไม่สูงนัก

ตารางที่ 3-1 สมดุลย์มวลสารประเภทของแข็งจากกระบวนการฆ่าและชำแหละไก่แบบมาตรฐาน

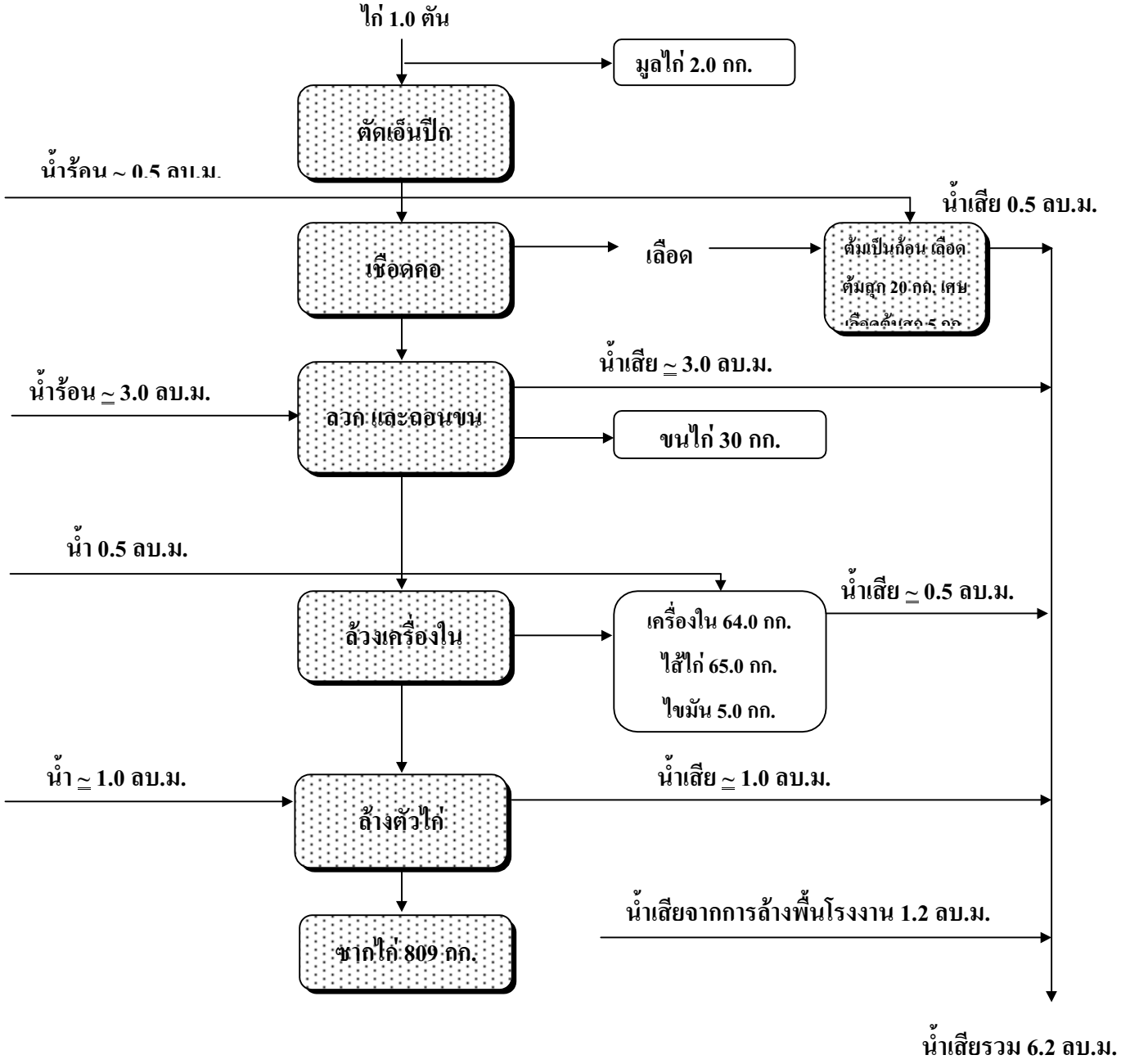
ประเภท	ชนิดของวัสดุ	มวล (กก./ตันไก่มีชีวิต)
ผลผลิต	ชิ้นส่วนที่ชำแหละแล้ว	523.0
	ขาไก่	35.0
	โครงกระดูก	220.0
	เครื่องในไก่	64.0
	เลือดไก่ต้มสุก	20.0
	รวม	**862.0**
วัสดุเศษเหลือ	ขนไก่	30.0
	มูลไก่	2.0
	ไส้ไก่	65.0
	หัวไก่	26.0
	หนังเหลืองจากขาไก่	5.0
	เศษเลือดที่ต้มสุก	5.0
	ไขมัน	5.0
	รวม	**138.0**
รวมปริมาณของแข็งทั้งหมด		**1,000.0**

3.1.2 กระบวนการฆ่าไก่ของโรงงานขนาดเล็ก

โรงงานฆ่าไก่ขนาดเล็กในประเทศไทยจะมีกำลังการผลิตต่ำกว่า 5,000 ตัว/วัน และดำเนินกิจการในลักษณะธุรกิจครัวเรือน โดยใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ ผลผลิตที่ได้จะส่งจำหน่ายภายในพื้นที่ใกล้เคียงเท่านั้น และจะไม่มีการตรวจสอบความสะอาดของผลิตภัณฑ์ก่อนส่งจำหน่าย

ไก่ที่จะถูกส่งมาฆ่าจะถูกตัดเอ็นที่ปีกเพื่อป้องกันการดิ้นหรือบินหนี จากนั้นแผนกเชือดจะทำการเชือดคอ เลือดที่ได้จะใช้ขามสังกะสีรองเก็บเอาไว้ ส่วนตัวสัตว์จะถูกส่งลงไปในกะทะน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิประมาณ 53.3-62.8°ซ และกะทะน้ำเย็น ตามลำดับ เพื่อให้ถอนขนได้ง่าย โรงงานฆ่าไก่ขนาดเล็กส่วนใหญ่จะใช้เครื่องถอนขนที่มีลักษณะเป็นถังกลมและภายในมีนิ้วยาง ภายหลังการถอน ขนไก่จะถูกนำออกมาล้างน้ำเพื่อกำจัดขนอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจะทำการล้วงเครื่องใน ล้างตัวไก่และจำหน่ายสู่ท้องตลาดต่อไป

สำหรับแผนผังแสดงกรรมวิธีการฆ่าไก่ของโรงงานขนาดเล็ก แสดงดังรูปที่ 3-2 ส่วนข้อมูลสมดุลย์มวลสารประเภทของแข็งของกระบวนการฆ่าไก่ในโรงงานขนาดเล็กแสดงดังตารางที่ 3-2



<u>รูปที่ 3-2</u> แผนผังแสดงขั้นตอนการฆ่าไก่แต่ไม่ชำแหละของโรงงานฆ่าไก่ขนาดเล็ก

ตารางที่ 3-2 สมดุลย์มวลสารประเภทของแข็งจากกระบวนการฆ่าไก่ของโรงงานขนาดเล็ก

ประเภท	ชนิดของวัสดุ	มวล (กก./ตันไก่มีชีวิต)
ผลผลิต	เครื่องในไก่	64.0
	เลือดไก่ต้มสุก	20.0
	ซากไก่	809.0
	รวม	**893.0**
วัสดุเศษเหลือ	ขนไก่	30.0
	มูลไก่	2.0
	ไส้ไก่	65.0
	ไขมัน	5.0
	เศษเลือดที่ต้มสุก	5.0
	รวม	**107.0**
รวมปริมาณของแข็งทั้งหมด		**1,000.0**

3.2 ลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือจากการฆ่าไก่

มวลสารที่นำเข้า
- ไก่มีชีวิต
- น้ำใช้ในกระบวนการผลิต (รวมทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็น) และน้ำคลอรีน
- น้ำแข็ง

มวลสารที่เกิดขึ้น
- ชิ้นส่วนของไก่ที่แบ่งเป็นเนื้อ เครื่องใน ไส้ ขน โครงกระดูก
- น้ำเสียจากกระบวนการผลิต
- ตะกอนส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการฆ่าและชำแหละไก่แบบมาตรฐาน และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว แสดงดังตารางที่ 3-3 ส่วนลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการฆ่าไก่ของโรงงานขนาดเล็กแสดงดังตารางที่ 3-4 โดยลักษณะสมบัติของน้ำเสียและน้ำทิ้งที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย

- สารประกอบคาร์บอนในรูป BOD_5 และ COD
- ไขมันและน้ำมัน
- ของแข็งแขวนลอยในรูปของ SS
- สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนและแร่ธาตุในรูปของ TKN
- ฟอสฟอรัสในรูปของ P

ตารางที่ 3-3 ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากการฆ่าและชำแหละไก่แบบมาตรฐาน

ตารางที่ 3-3 ปริมาณและลักษณะสมบัติน้ำเสียจากกระบวนการฆ่าและชำแหละไก่แบบมาตรฐาน

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำเสีย	บีโอดี		ซีโอดี		ของแข็งแขวนลอย		ไนโตรเจน		ฟอสฟอรัส		ไขมันและน้ำมัน	
	(ลบ.ม./ตันโคมีชีวิต)	ก/ล.	กก./ตัน	ก/ล.	กก./ตัน	ก/ล.	กก./ตัน	ก/ล.	กก./ตัน	ก/ล.	กก./ตัน	ก/ล.	กก./ตัน
การฉีดล้างตัวไก่	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
การต้มเลือด	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
การล้างเครื่องใน	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
การลวกและถอนขน	2.50	0.900	2.250	1.360	3.400	0.400	1.000	0.210	0.525	0.007	0.018	0.220	0.550
การล้างขน	1.00	0.180	0.180	0.200	0.200	0.080	0.080	0.012	0.012	0.001	0.001	0.053	0.053
การแช่เย็น	1.40	0.680	0.952	1.180	1.652	0.510	0.714	0.083	0.116	0.009	0.013	0.813	1.138
การตัดแต่ง	0.50	0.430	0.215	0.670	0.335	0.340	0.170	0.066	0.033	0.008	0.004	0.200	0.100
การล้างพื้นโรงงาน	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
น้ำเสียรวม	8.00	0.490	4.312	0.890	7.832	0.500	4.400	0.110	0.968	0.008	0.070	0.218	1.918
น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด	8.00	0.008	0.070	0.050	0.440	0.020	0.176	0.023	0.202	0.001	0.009	<0.001	<0.001

ตารางที่ 3-4 ปริมาณและลักษณะสมบัติน้ำเสียจากกระบวนการฆ่าและชำแหละไก่แบบมาตรฐาน

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำเสีย	บีโอดี		ซีโอดี		ของแข็งแขวนลอย		ไนโตรเจน		ฟอสฟอรัส		ไขมันและน้ำมัน	
	(ลบ.ม./ตันโคมีชีวิต)	ก/ล.	กก./ตัน	ก/ล.	กก./ตัน	ก/ล.	กก./ตัน	ก/ล.	กก./ตัน	ก/ล.	กก./ตัน	ก/ล.	กก./ตัน
การต้มเลือด	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
การล้างเครื่องใน	0.50	0.042	0.021	0.065	0.026	0.059	0.030	0.006	0.003	0.001	0.001	0.080	0.04
การลวกและถอนขน	3.00	1.040	3.120	1.780	5.340	0.980	2.940	0.110	0.330	0.009	0.027	0.088	0.264
การล้างซากไก่	1.00	0.213	0.213	0.307	0.307	0.358	0.358	0.050	0.050	0.005	0.005	0.113	0.113
การล้างพื้นโรงงาน	1.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
น้ำเสียรวม	6.20	0.560	3.472	0.920	5.704	0.560	3.472	0.127	0.787	0.015	0.093	0.084	0.521
น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด	6.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : น้ำเสียรวมได้ผ่านการแยกขนและของแข็งแขวนลอยต่าง ๆ ออกไปบางส่วนแล้ว

บทที่ 4

มาตรการป้องกันและควบคุมมลภาวะในกระบวนการผลิต

หลักการของมาตรการป้องกันและควบคุมมลภาวะในกระบวนการผลิต หรือ Process Integrated Pollution Prevention and Control Strategy (IPPCS) คือเพื่อจัดการกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก 5 ประการ ดังนี้

- คัดเลือกและควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ
- ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์
- ควบคุมผลพลอยได้ (by-product) และวัสดุเศษเหลือ (residues) จากการผลิต
- นำผลพลอยได้และวัสดุเศษเหลือจากการผลิตไปใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด
- ลดปริมาณของวัสดุเศษเหลือที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ และหาทางกำจัดอย่างเหมาะสม

ดังนั้นมาตรการป้องกันและควบคุมมลภาวะในกระบวนการผลิต (IPPCS) จึงช่วยให้การใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม และเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตทั้งในด้านการเพิ่มผลผลิต การลดพลังงานที่ใช้ในการผลิต และการลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียและวัสดุเศษเหลือต่าง ๆ

ข้อเสนอในการจัดการควบคุมมลภาวะในกระบวนการผลิตของโรงงานฆ่าสัตว์ปีกต่อไปนี้ เป็นเทคโนโลยีที่ได้มีการนำมาใช้แล้วในต่างประเทศ และในบางส่วนก็มีการนำมาใช้แล้วในประเทศไทยด้วย

4.1 เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิต

4.1.1 <u>การจัดการในฟาร์ม</u>

การคัดเลือกพันธุ์สัตว์ อาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ การจัดการเลี้ยงดู และสภาพของโรงเรือนที่ดี นอกจากจะช่วยให้ได้ซากสัตว์ที่มีคุณภาพดี ซึ่งหมายถึงซากที่ปริมาณเนื้อสูงและไขมันต่ำ รวมถึงคุณภาพเนื้อและไขมันดีแล้ว ยังเป็นการช่วยลดปริมาณวัสดุเศษเหลือที่ต้องกำจัด และลดปริมาณน้ำใช้ในโรงงานฆ่าสัตว์ด้วย

- **การคัดเลือกพันธุ์สัตว์**

พันธุ์ไก่เนื้อที่นิยมเลี้ยงกันส่วนใหญ่ ได้แก่ พันธุ์อาเบอร์ เอเคอร์ (Arbor Acres) พันธุ์เอเวียน (Avian) พันธุ์ฮับบาร์ด (Hubbard) พันธุ์ไฮโบร (Hybro) และพันธุ์รอสวัน (Ross) ซึ่งเป็นพันธุ์

ลูกผสมมีอัตราการเจริญเติบโตรวดเร็วให้เนื้อมาก เลี้ยงง่าย กินอาหารน้อย มีอัตราแลกเนื้อ (Feed Conversion Rate) ต่ำ และทนทานโรค

- **อาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์**

สูตรอาหารที่ขาดความสมดุลย์ทางโภชนะ การใช้ยาปฏิชีวนะ สารเร่งการเจริญเติบโต ฮอร์โมนสังเคราะห์ และอาหารสัตว์ที่มีการปนเปื้อนสารเคมี เช่น ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าเชื้อราจะมีผลต่อการตกค้างของสารดังกล่าวในเนื้อสัตว์

สูตรอาหารไก่เนื้อจะมีระดับโปรตีนและโภชนาการอื่น ๆ ที่เหมาะสม สำหรับการเจริญเติบโตของไก่เนื้อแต่ละระยะ ไก่เนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารดีถูกสัดส่วนจะเจริญเติบโตเร็วทำน้ำหนักได้ดีโดยใช้อาหารน้อย ซึ่งพบว่าระยะเวลาการเลี้ยงประมาณ 8 สัปดาห์ จะได้ไก่ที่มีน้ำหนักประมาณ 1.8 กิโลกรัม

- **การจัดการเลี้ยงดูและสภาพของโรงเรือน**

คอกหรือโรงเรือนต้องสะอาด ไม่ควรให้มีการหมักหมมของปฏิกูล มูลสัตว์จะมีเชื้อโรคที่เป็นสาเหตุทำให้คุณภาพของเนื้อด้อยลง ได้แก่ เชื้อ Salmonella และ Clostridium ซึ่งเชื้อโรคดังกล่าวจะเจริญเติบโตในมูลสัตว์ และติดไปกับผิวหนังสัตว์ การจัดการไม่ดีจะทำให้เกิดการติดเชื้อที่บริเวณแผลบนผิวหนังสัตว์ที่เกิดจากแมลงเจาะดูดเลือดแทงทะลุผ่านผิวหนังเข้าสู่เนื้อสัตว์

- **การให้ยาสัตว์**

สัตว์จะต้องได้รับการฉีดวัคซีนที่จำเป็น เพื่อป้องกันโรคระบาดที่จะเกิดขึ้น การรักษาสัตว์ด้วยการให้กินยา หยอดยา หรือฉีดยาป้องกันต้องคำนึงถึงพิษตกค้างของยาที่ยังเหลืออยู่ในเนื้อเยื่อ การใช้เข็มฉีดยาสัตว์ในระหว่างการรักษาต้องใช้เข็มที่สะอาด เพื่อป้องกันการทำให้เนื้อบริเวณที่เข็มฉีดยาลงไปแข็งเป็นไต หรือบางครั้งอาจติดเชื้อวัณโรคโดยเริ่มจากบริเวณแผลที่เกิดจากเข็มฉีดยา

ในการคัดเลือกสัตว์เข้าสู่โรงงานฆ่าสัตว์ สิ่งที่ต้องควรคำนึงถึง ได้แก่

- อายุและน้ำหนักของสัตว์ที่จะนำไปฆ่า นอกจากจะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากหรือปริมาณผลิตภัณฑ์ ยังส่งผลต่อคุณภาพเนื้อด้วย โดยไก่ควรมีอายุประมาณ 8 สัปดาห์ น้ำหนัก 1.8 กิโลกรัม
- คัดเลือกเฉพาะสัตว์ที่สุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง

4.1.2 <u>การจับและขนส่งสัตว์เข้าสู่โรงงาน</u>

Elson (1986) พบว่าร้อยละ 8-25 ของสัตว์ปีกที่ขนส่งเข้าสู่โรงงานฆ่าสัตว์จะได้รับบาดเจ็บจากการไล่ต้อนจับและการขนส่ง โดยมีสาเหตุหลักมาจากความเครียด ซึ่งขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ทั้งจากภายในซึ่งได้แก่ สุขภาพของสัตว์เอง และจากภายนอก เช่น วิธีการไล่ต้อน อุณหภูมิ ความชื้น เสียง และความสั่นสะเทือนที่สัตว์ได้รับในระหว่างการขนส่ง

ดังนั้นในการไล่ต้อนจับสัตว์ปีก จึงได้มีการพัฒนาวิธีการใหม่หลายวิธีโดยเฉพาะการเปลี่ยนมาใช้เครื่องจักรกลแทนการใช้แรงงานคน ดังเช่น Tamdev APS 2000 และ AFRC Engineering Prototype Broiler Harvester ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้นอกจากช่วยลดความเครียดและลดการบาดเจ็บของสัตว์จากการไล่ต้อนจับอย่างรุนแรงแล้ว ยังสามารถนำสัตว์ปีกบรรจุลงภาชนะที่ใช้ขนส่งได้มากถึง 5,000 ตัว/ชั่วโมง โดยที่มีผู้ควบคุม 1 คน ในขณะที่การไล่ต้อนจับด้วยแรงงานคน 2 คน สามารถจับได้ในอัตรา 600-1,000 ตัว/ชั่วโมง ส่วนการนำสัตว์ออกจากรถที่ใช้ขนส่งเพื่อนำสู่กระบวนการผลิตนั้นได้พัฒนาวิธีการที่หลีกเลี่ยงการใช้คนจับเป็นการใช้เครื่องจักรกลแทนเช่นกัน ดังเครื่อง Tamdev APS 4000 (รายละเอียดของเครื่องมือแสดงในภาคผนวก ซ.)

สำหรับข้อควรระวังในการขนส่งสัตว์ปีกเข้าสู่โรงงาน ได้แก่

- ภาชนะที่ใช้บรรจุสัตว์ปีกควรเป็นพลาสติก เนื่องจากทำความสะอาดง่ายและไม่ควรบรรจุสัตว์จนเบียดเสียดมากเกินไป
- สภาพถนนจากฟาร์มไปยังโรงงานไม่ควรขรุขระและมีความคดเคี้ยวหรือเป็นทางขึ้นลงเขา นอกจากนี้คนขับรถควรใช้ความเร็วที่สม่ำเสมอและขับรถด้วยความระมัดระวัง
- การอดอาหารสัตว์ปีกก่อนส่งฆ่าเป็นสิ่งจำเป็น เพราะนอกจากจะช่วยลดความเครียดเนื่องจากความร้อนที่เกิดจากกระบวนการย่อยอาหารแล้ว ยังช่วยลดปริมาณการติดเชื้อจุลินทรีย์ที่มาจากเศษอาหารและอุจจาระในกระเพาะและลำไส้ในขณะทำการผ่าท้องเพื่อเอาเครื่องในออกจากตัว และลดปริมาณวัสดุเศษเหลือที่ต้องกำจัดที่เป็นเศษอาหารในกระเพาะและลำไส้ และอุจจาระในบริเวณพักสัตว์ นอกจากนี้การอดอาหารก่อนฆ่าจะช่วยทำให้เลือดออกจากตัวสัตว์ได้มากขึ้น

4.1.3 <u>การป้องกันการสูญเสียผลิตภัณฑ์ในระหว่างการผลิตและการลดปริมาณของเสีย</u>

ดังได้กล่าวแล้วว่า กระบวนการผลิตในโรงงานฆ่าสัตว์ปีก แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ กระบวนการฆ่าและชำแหละสัตว์ปีกแบบมาตรฐาน ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตของโรงงานขนาดใหญ่และขนาดกลาง และกระบวนการฆ่าสัตว์ปีกของโรงงานขนาดเล็ก การนำเสนอแนวทางการป้องกันการสูญเสียผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิตและการลดปริมาณของเสีย จึงแบ่งเป็น 2 ส่วนตามประเภทของกระบวนการผลิตที่ใช้งานในโรงงานฆ่าสัตว์ด้วย โดยแนวทางที่นำเสนอนี้ได้พิจารณาถึงประเด็นความเป็นไปได้สูงสุด ทั้งนี้เพราะมาตรฐานทั้งด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์และการสุขอนามัยในกระบวนการผลิตของโรงงานทั้ง 2 กลุ่มที่เป็นอยู่ในปัจจุบันยังมีความแตกต่างกันสูงมาก

4.1.3.1 <u>การควบคุมกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ</u>

1) <u>โรงงานขนาดใหญ่และขนาดกลาง</u>

1) <u>*การจัดการวัตถุดิบ*</u> :

- สัตว์ปีกที่จะนำมาฆ่าจะต้องได้รับการตรวจรับรองจากสัตวแพทย์
- ทางเข้า-ออกของรถบรรทุกที่ขนส่งสัตว์ปีกสู่บริเวณพักสัตว์ในโรงงานไม่ควรเป็นเส้นทางเดียวกันเพื่อลดการปนเปื้อน
- บริเวณพักสัตว์ปีกควรมีหลังคาคลุม และมีพัดลมช่วยในการระบายอากาศ และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศไม่ให้มากกว่า 70% ในขณะเดียวกันควรจัดทำตารางเวลาการขนส่งสัตว์เข้าสู่โรงงานที่สอดคล้องกับสายการผลิตในโรงงาน (production line) เพื่อไม่ให้มีการพักสัตว์นานเกินไป
- สัตว์ปีกที่จะถูกฆ่าจะต้องถูกอดอาหารตลอดเวลาที่อยู่ในบริเวณพักสัตว์

2) <u>*การทำให้สัตว์สลบ*</u> :

- การช็อคด้วยไฟฟ้าเป็นวิธีทำให้สัตว์เกิดความเครียดได้น้อยที่สุดและสะดวกในการปฏิบัติงานเหมาะสำหรับการฆ่าสัตว์ปีก
- สัตว์ปีกจะต้องถูกแขวนห้อยหัวไม่เกิน 3 นาที ก่อนทำให้สลบ
- แสงสว่างต้องพอเพียงที่จะตรวจสอบสัตว์ปีก แต่ไม่มากจนรบกวนสัตว์ปีก ในบางประเทศจะแขวนสัตว์ปีกให้ผ่านห้องมืดเพื่อให้สัตว์สงบ
- ตรวจสอบให้สัตว์สลบก่อนเชือด เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ (ดิ้น) ของสัตว์ซึ่งทำให้เลือดหกหรือหล่นในบริเวณอื่น และติดอยู่ตามขนมาก เป็นการเพิ่มความสกปรกในน้ำเสีย ขณะเดียวกันการที่สัตว์สลบก่อนยังทำให้รวบรวมเลือดที่บริโภคได้มากขึ้นด้วย

3) <u>*การเชือดคอ*</u> :

- การเชือดคอสัตว์ต้องทำในตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อตัดเส้นเลือดใหญ่ให้เลือดไหลออกมาอย่างแรง และระมัดระวังไม่ให้บาดแผลที่เกิดกว้างมาก เพราะจะทำให้จุลินทรีย์ที่ติดอยู่ตามผิวหนังและน้ำที่ใช้ลวกซากเข้าสู่เนื้อเยื่อต่าง ๆ ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสียเร็ว
- ทิ้งระยะเวลาที่เหมาะสมพื่อให้เลือดไหลออกจนหมด สำหรับสัตว์ปีกต้องไม่น้อยกว่า 90 วินาที

4) <u>*การลวกซาก*</u> :

- ควบคุมอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้ลวกซากให้อยู่ในระหว่าง 53.3-62.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5-2 นาที ซึ่งจะช่วยหยุดยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

- หลีกเลี่ยงการใช้อุณหภูมิน้ำที่ลวกซากสูงเกินไป เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงมากจะเร่งให้เกิดปฏิกิริยาการใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ

5) *การถอนขน* :
- ตรวจสอบความสมบูรณ์ของนิ้วยางในเครื่องถอนขนไก่ เพื่อให้การถอนขนมีประสิทธิภาพสูงสุด

6) *การแยกเครื่องในและการล้างซาก* :
- การแยก การล้าง และการผลิตที่เกี่ยวกับเครื่องใน ควรแยกบริเวณออกจากการล้างและการผลิตซาก เพื่อป้องกันการปนเปื้อน
- การใช้มีดกรีด และการล้วงเอาเครื่องในออกจากซาก ต้องทำด้วยความระมัดระวังไม่ให้เครื่องใน เช่น กระเพาะ และลำไส้แตก เพราะจุลินทรีย์จะแพร่กระจายเข้าสู่เนื้อเยื่อส่วนอื่น ๆ
- ควรใช้เครื่องฉีดพ่นน้ำแบบฝอย (spray) ที่มีแรงดันสูง (ประมาณ 4-5 บาร์) สำหรับล้างทำความสะอาดซาก

7) *การลดอุณหภูมิซาก* :
- ควบคุมให้มีการแช่ซากไก่ในน้ำที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 4^0ซ นานอย่างน้อย 45 นาที และความเข้มข้นของคลอรีนในน้ำให้อยู่ระหว่าง 20-50 ppm
- ควบคุมการไหลของน้ำเย็นและไก่แบบ counter-current

8) *การชำแหละ* :
- ทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการชำแหละ เช่น มีด และเขียงอย่างสม่ำเสมอ
- ควบคุมความสะอาดของพนักงานในส่วนที่ต้องสัมผัสกับตัวสัตว์

9) *ตรวจสอบคุณภาพของผลผลิตอย่างสม่ำเสมอ*

2) โรงงานขนาดเล็ก

1) *บริเวณพักสัตว์* :
- บริเวณพักสัตว์ต้องแยกออกจากบริเวณฆ่าและชำแหละ และมีหลังคาคลุมรวมทั้งมีพัดลมช่วยระบายอากาศ
- สัตว์ปีกที่จะถูกฆ่าจะต้องถูกอดอาหารตลอดเวลาที่อยู่ในบริเวณพักสัตว์

2) *การเชือดคอ* :
- บริเวณรองรับเลือดที่ไหลออกจากตัวสัตว์ ควรจัดให้มีผนังที่สูงและส่วนที่เป็นพื้นควรแคบและจำกัด

- สัตว์ที่ฆ่าแล้วไม่ควรให้สัมผัสกับพื้นอีกต่อไป เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกและเชื้อจุลินทรีย์จากพื้น

3) *การลวกซาก* :
- หลีกเลี่ยงการใช้อุณหภูมิน้ำที่ลวกซากสูงเกินกว่า 62.8^0ซ เนื่องจากคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะลดลง

4) *การถอนขน* :
- ตรวจสอบความสมบูรณ์ของนิ้วยางในเครื่องถอนขน เพื่อให้การถอนขนมีประสิทธิภาพสูงสุด

5) *การแยกเครื่องในและการล้างซาก* :
- การแยก การล้าง และการผลิตที่เกี่ยวกับเครื่องใน ควรแยกบริเวณออกจากการล้างและการผลิตซากเพื่อป้องกันการปนเปื้อน
- การใช้มีดกรีด และการล้วงเอาเครื่องในออกจากซาก ต้องทำด้วยความระมัดระวังไม่ให้เครื่องใน เช่น กระเพาะ และลำไส้แตก เพราะจุลินทรีย์จะแพร่กระจายเข้าสู่เนื้อเยื่อส่วนอื่น ๆ
- ควรใช้เครื่องฉีดพ่นน้ำเป็นฝอย (spray) ที่มีแรงดันสูง (ประมาณ 4-5 บาร์) สำหรับล้างทำความสะอาดซาก

6) *การลดอุณหภูมิซาก* :
- ควรจัดให้มีการลดอุณหภูมิซากก่อนส่งจำหน่าย

7) *การชำแหละ* :
- ทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการชำแหละ เช่น มีด และเขียงอย่างสม่ำเสมอ
- ควบคุมความสะอาดของพนักงานในส่วนที่ต้องสัมผัสกับตัวสัตว์

8) *การตรวจสอบคุณภาพ* :
- อย่างน้อยควรตรวจสอบลักษณะของผลิตภัณฑ์ ภายนอกที่สังเกตเห็นได้ เช่น ไม่มีบาดแผล เนื้อที่ช้ำหรือมีจุดเลือดที่เนื้อหรือไขมัน

สำหรับข้อสรุปแนวทางการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับโรงงานขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก แสดงดังตารางที่ 4-1

4.1.3.2 การปรับปรุงกระบวนการผลิต

1) โรงงานขนาดใหญ่และขนาดกลาง

- การเคลื่อนย้ายของวัตถุดิบผ่านเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นตอนต่าง ๆ จนเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย ควรเป็นไปในทิศทางเดียว เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์ เช่น วัตถุดิบจะถูกขนส่งเข้าโรงงานทางประตูด้านหนึ่ง ส่วนผลิตภัณฑ์จะถูกขนส่งออกทางประตูอีกด้านหนึ่งของโรงงาน เป็นต้น

ตารางที่ 4-1 แนวทางการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดปริมาณของเสีย

ขั้นตอนการผลิต	โรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่	โรงงานขนาดเล็ก
1. การจัดการวัตถุดิบ	- สัตว์จะต้องผ่านการตรวจรับรองจากสัตว์แพทย์ - ทางเข้า-ออกของรถบรรทุกขนส่งสัตว์จะต้องไม่เป็นเส้นทางเดียวกัน เพื่อลด cross-contamination - บริเวณพักสัตว์ควรมีพัดลมระบายอากาศและควบคุมความชื้นสัมพันธ์ในอากาศไม่ให้มากกว่า 70% - จัดทำตารางเวลาขนส่งสัตว์เข้าโรงงานให้สอดคล้องกับ production line เพื่อลดปริมาณมูลสัตว์ในบริเวณพักสัตว์	- บริเวณพักสัตว์ต้องแยกออกจากบริเวณฆ่าและชำแหละและมีหลังคาคลุม รวมทั้งพัดลมช่วยระบายอากาศ - สัตว์จะต้องถูกอดอาหารตลอดเวลาที่อยู่ในบริเวณพักสัตว์
2. การทำให้สัตว์สลบ	- การช็อคด้วยไฟฟ้าเป็นวิธีที่เหมาะสมในการทำให้สัตว์ปีกสลบ - ตรวจสอบให้สัตว์สลบก่อนเชือด เพื่อป้องกันการดิ้นของสัตว์ ซึ่งจะทำให้เลือดหกในบริเวณอื่น หรือติดอยู่ตามขนมาก	- ควรมีขั้นตอนที่ทำให้สัตว์สลบก่อนฆ่า เพื่อลดปริมาณเลือดที่หกลงพื้น และทำให้คุณภาพเนื้อดีขึ้น
3. การเชือดคอหรือแทงคอเพื่อเอาเลือดออก	- บริเวณรองรับเลือดที่ไหลออกจากตัวสัตว์ควรทำเป็นผนังสูงและพื้นแคบ - การเชือดคอหรือแทงคอ ต้องไม่ให้บาดแผลกว้างมาก เพื่อลดโอกาสที่จุลินทรีย์เข้าสู่เนื้อเยื่อต่าง ๆ - ทิ้งระยะเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้เลือดไหลออกหมด สำหรับสัตว์ปีกต้องไม่ต่ำกว่า 90 วินาที	- บริเวณรองรับเลือดที่ไหลออกจากตัวสัตว์ควรทำเป็นผนังสูงและพื้นแคบ - สัตว์ที่ฆ่าแล้วไม่ควรให้สัมผัสพื้นอีกต่อไป เพื่อป้องกันการปนเปื้อน
4. การลวกซาก	- ควบคุมอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้ลวกซากให้อยู่ระหว่าง 53.3-62.8 ^{O}C เป็นเวลา 1.5-2.0 นาที	- หลีกเลี่ยงการใช้อุณหภูมิน้ำที่ลวกซากสูงกว่า 62.8 ^{O}C
5. การถอนขน	- ตรวจสอบความสมบูรณ์ของนิ้วยางในเครื่องถอนขน	- ตรวจสอบความสมบูรณ์ของนิ้วยางในเครื่องถอนขน

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	โรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่	โรงงานขนาดเล็ก
6. การแยกเครื่องในและการล้างซาก	- การแยกเครื่องในออกจากซาก ต้องระวังไม่ให้เครื่องในแตก - แยกบริเวณล้างเครื่องในออกจากบริเวณผลิตซาก - ควรใช้เครื่องฉีดพ่นน้ำแบบ spray ที่มีแรงดันสูง (ประมาณ 4-5 บาร์) สำหรับล้างทำความสะอาดซาก (งานวิจัยต่างประเทศพบว่าสามารถลดปริมาณน้ำใช้ส่วนนี้ได้ถึง 33%)	- เช่นเดียวกับโรงงานขนาดกลางและใหญ่
7. การลดอุณหภูมิซาก	- ควบคุมให้มีการแช่ซากไก่ในน้ำที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 4 ^{O}C นานอย่างน้อย 45 นาที และความเข้มข้นของคลอรีนให้อยู่ระหว่าง 20-50 ppm - ควบคุมให้มีการแช่ซากสุกรและโคในห้องเย็น อุณหภูมิ 3-5 ^{O}C นานอย่างน้อย 24 ชั่วโมง	- ควรจัดให้มีการลดอุณหภูมิซากก่อนส่งจำหน่ายอย่างน้อยควรเป็นการแช่เย็นผลิตภัณฑ์ในตู้เย็นหรือในน้ำแข็ง
8. การชำแหละ	- ทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการชำแหละ - ควบคุมความสะอาดของพนักงานในส่วนที่ต้องสัมผัสกับตัวสัตว์	- ควรแยกบริเวณชำแหละออกจากกระบวนการผลิตอื่น ๆ เช่น จัดให้มีผนังกั้น
9. การล้างทำความสะอาดพื้นโรงงาน	- ควรใช้เครื่องฉีดพ่นน้ำแบบ spray ที่มีแรงดันสูง	- ควรใช้เครื่องฉีดพ่นน้ำแบบ spray ที่มีแรงดันสูง หรืออย่างน้อยใช้สายยางขนาดเล็กและเพิ่มแรงดันของน้ำ
10. การตรวจสอบคุณภาพของผลผลิต	- ควรตรวจสอบคุณภาพของผลผลิตอย่างน้อยตามข้อกำหนดของกรมปศุสัตว์อย่างสม่ำเสมอ	- ควรตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ภายนอกที่สังเกตได้ เช่น ไม่มีบาดแผล เนื้อที่ช้ำ หรือมีจุดเลือดที่เนื้อหรือไขมัน

- ในแต่ละขั้นตอนของการผลิตควรมีการจัดแบ่งบริเวณที่ชัดเจน เช่น มีผนังกั้นเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์จากขั้นตอนหนึ่งไปยังอีกขั้นตอนหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการชำแหละซาก ควรแยกออกจากบริเวณที่เป็นการฆ่าและบริเวณรับวัตถุดิบ
- สัตว์ที่ฆ่าแล้วควรแขวนซากไว้บนรางแขวนและไม่ควรให้สัมผัสกับพื้นอีกต่อไป เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกและเชื้อจุลินทรีย์จากพื้น
- ควรมีการตรวจสุขภาพพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ในกระบวนการผลิต และจัดให้มีการฝึกอบรมเกี่ยวกับสุขอนามัยของกระบวนการผลิตอาหาร
- ปรับปรุงตัวอาคารของโรงงานที่ใช้เป็นพื้นที่การผลิตให้สามารถป้องกันนก หนู แมลง และสัตว์ต่าง ๆ ไม่ให้เข้าไปในกระบวนการผลิตได้
- การปรับปรุงรูปแบบของถังลวกจะช่วยลดการสูญเสียพลังงานได้ถึง 40% (Schipper, 1981) เช่น บริเวณสองข้างของหม้อลวกสัตว์ควรจะแคบลงหรือเป็นภาชนะปิดเพื่อลดการสูญเสียความร้อนและไอน้ำที่เมื่อกระจายออกจะทำให้บริเวณที่ทำงานส่วนนี้ร้อนด้วย ในอนาคตรูปแบบของการลวกสัตว์ด้วยน้ำร้อนอาจเปลี่ยนเป็นการใช้พลังงานความร้อนจาก microwave เพื่อช่วยให้ขนหลุดร่วง (Miller et al., 1982) ซึ่งหากวิธีนี้เป็นไปได้จะเกิดประโยชน์ถึง 3 ด้าน คือ ป้องกันการติดเชื้อ ประหยัดพลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติ คือ น้ำ
- เลือกใช้เครื่องถอนขนที่สามารถถอนขนจากซากที่แขวนอยู่บนราวแทนรูปแบบที่ต้องปลดไก่ลงจากราว เพื่อประหยัดพลังงานและป้องกันการติดเชื้อ นอกจากนี้ เครื่องถอนขนควรจะอยู่ติดกับหม้อลวกมากที่สุดเท่าที่เป็นได้เพื่อหลีกเลี่ยงการลดอุณหภูมิของซากก่อนถอนขน และภายในเครื่องถอนขนควรจะมีการฉีดพ่นน้ำเป็นฝอยเพื่อล้างขนออก

- เปลี่ยนอุปกรณ์ที่ฉีดล้างซาก การล้างทำความสะอาดพื้นโรงงานและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งการล้างมือพนักงานจากก๊อกน้ำธรรมดาเป็นการเพิ่มแรงดันน้ำ และใช้หัวฉีดแบบพ่นเป็นฝอย (spray) เพื่อลดปริมาณน้ำใช้ (การคำนวณความคุ้มทุนทางเศรษฐ-ศาสตร์แสดงในภาคผนวก ช.)
- หาแนวทางในการนำวัสดุเศษเหลือ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและลดปัญหาทางด้านมลภาวะตลอดจนปรับปรุงหรือหาวิธีการบำบัดน้ำเสียและวัสดุเศษเหลือที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

2) <u>โรงงานขนาดเล็ก</u>

- ควรแบ่งพื้นที่ที่ใช้ในกระบวนการผลิตให้ชัดเจนเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์จากขั้นตอนหนึ่งไปยังอีกขั้นตอนหนึ่ง โดยจัดทำผนังกั้นแบ่งพื้นที่เป็นบริเวณต่าง ๆ ได้แก่ บริเวณรับวัตถุดิบ บริเวณที่ใช้ในกระบวนการฆ่า บริเวณที่ทำการชำแหละซากและบริเวณที่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ก่อนส่งจำหน่าย
- จัดให้มีการทำความสะอาดและ/หรือฆ่าเชื้อบริเวณต่าง ๆพร้อมทั้งอุปกรณ์เครื่องใช้อย่างสม่ำเสมอ อาจจะจัดทำตามระยะเวลาหรือปริมาณการผลิต และเมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติงานในแต่ละวัน
- ควรจัดแยกอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ที่ใช้เฉพาะพื้นที่ปฏิบัติงานหนึ่ง ๆ เช่น ไม่ควรนำเครื่องมือเครื่องใช้ในกระบวนการฆ่ามาใช้ในการชำแหละซาก เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์
- ซากของสัตว์ที่ฆ่าแล้วจะต้องเข้าสู่กระบวนการผลิตที่มีความระมัดระวังในเรื่องของความสะอาด โดยซากจะต้องสัมผัสกับพื้นหรือภาชนะที่สะอาดเท่านั้น พื้นที่ใช้ควรจะยกสูงจากพื้นปกติหรืออาจจะเป็นโต๊ะที่จัดไว้โดยเฉพาะและน้ำที่ใช้ล้างซากต้องสะอาด
- ควรจัดให้มีการฝึกอบรมพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ในโรงฆ่าสัตว์ขนาดเล็กเกี่ยวกับหลักปฏิบัติและเทคนิคที่ถูกต้องในกระบวนการผลิตเพื่อลดการสูญเสียในการผลิต และเป็นการเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้อาจมีการแนะนำเกี่ยวกับเทคนิคที่ทันสมัยซึ่งอาจจะนำมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วย (ดูจากกรณีโรงงานขนาดใหญ่และขนาดกลาง)

- ควรจัดให้มีการตรวจสุขภาพพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ใน กระบวนการผลิต และจัดให้มีการฝึกอบรมเกี่ยวกับเรื่องสุขอนามัยของกระบวนการผลิตอาหาร
- ควรจัดให้มีการจัดเก็บวัสดุเศษเหลือ ผลิตภัณฑ์ที่ปนเปื้อนและของเสียต่าง ๆ ที่ไม่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารได้ลงใน ภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด ซึ่งจัดเตรียมไว้โดยเฉพาะแยกออกจากกระบวนการผลิต เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์
- ควรจัดให้มีการเก็บและถนอมรักษาผลิตภัณฑ์อย่างถูกต้อง เช่น จัดให้มีการแช่เย็นผลิตภัณฑ์ในห้อง/ตู้เย็นหรือในน้ำแข็ง เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เน่าเสียเร็วก่อนถึงมือผู้บริโภค

สำหรับข้อสรุปแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณของเสียสำหรับโรงงานชนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กแสดงดังตารางที่ 4-2

4.1.3.3 <u>การลดปริมาณน้ำเสีย</u>

วิธีการที่สามารถช่วยลดปริมาณน้ำเสียซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดเพื่อลดความสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสียให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งของทางราชการก่อนระบายออกสู่แหล่งรองรับนั้น ที่สำคัญที่สุด คือ การลดปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต และการนำน้ำทิ้งจากแต่ละขั้นตอนกลับมาใช้ใหม่ โดยข้อพิจารณาในการลดปริมาณน้ำเสียภายในโรงงานฆ่าสัตว์ มีดังนี้

1) มีผลดีในด้านการประหยัดทรัพยากรน้ำ และลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย
2) การลดปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตบางขั้นตอนจะต้องไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กรมปศุสัตว์กำหนด (ภาคผนวก ก.) โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกต่างประเทศซึ่งกำหนดให้มีการใช้น้ำในขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
   + การลวกซาก จะต้องใช้น้ำที่ไหลต่อเนื่องในอัตรา 0.25 ลิตร/ตัว-นาที (ข้อกำหนดของกระทรวงเกษตรสหรัฐฯ กำหนดให้น้ำไหลล้นจากหม้อลวกไม่ต่ำกว่า 1/4 แกลลอน/ตัวหรือ 1.135 ลิตร/ตัว)
   + การลดอุณหภูมิซาก ต้องใช้น้ำไม่ต่ำกว่า 2.5 ลิตร/ตัว (ข้อกำหนดของกระทรวงเกษตรสหรัฐฯ กำหนดไม่ต่ำกว่า 1/2 แกลลอน/ตัว หรือ 2.27 ลิตร/ตัว)

ตารางที่ 4-2 สรุปแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณของเสียสำหรับโรงงานขนาดกลาง-ใหญ่ และขนาดเล็ก

ขั้นตอนการผลิต	โรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่	โรงงานขนาดเล็ก
1. การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์	-บริเวณสองข้างของหม้อลวกสัตว์ควรจะแคบลงหรือเป็นภาชนะปิด เพื่อลดการสูญเสียความร้อนและไอน้ำที่เมื่อกระจายออกจะทำให้บริเวณที่ทำงานส่วนนี้ร้อนด้วย - เลือกใช้เครื่องถอนขนที่สามารถถอนขนจากซากที่แขวนอยู่บนราวแทนรูปแบบที่ต้องปลดไก่ลงจากราว เพื่อประหยัดพลังงานและป้องกันการติดเชื้อ นอกจากนี้เครื่องถอนขนควรจะอยู่ติดกับหม้อลวกมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการลดอุณหภูมิของซากก่อนถอนขน และภายในเครื่องถอนขนควรจะมีการฉีดพ่นน้ำเป็นฝอยเพื่อล้างขนออก - เปลี่ยนอุปกรณ์ที่ฉีดล้างซาก การล้างทำความสะอาดพื้น โรงงานและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งการล้างมือพนักงานจากก๊อกน้ำธรรมดาเป็นการเพิ่มแรงดันน้ำ และใช้หัวฉีดแบบพ่นเป็นฝอย (spray) เพื่อลดปริมาณน้ำใช้	-บริเวณสองข้างของหม้อลวกสัตว์ควรจะแคบลงหรือเป็นภาชนะปิด เพื่อลดการสูญเสียความร้อนและไอน้ำที่เมื่อกระจายออกจะทำให้บริเวณที่ทำงานส่วนนี้ร้อนด้วย
2. การปรับปรุงวิธีการดำเนินงาน	- การเคลื่อนย้ายของวัตถุดิบผ่านเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นตอนต่าง ๆ จนเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย ควรเป็นไปในทิศทางเดียว เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์ เช่น วัตถุดิบจะถูกขนส่งเข้าโรงงานทางประตูด้านหนึ่ง ส่วนผลิตภัณฑ์จะถูกขนส่งออกทางประตูอีกด้านหนึ่งของโรงงาน เป็นต้น - ในแต่ละขั้นตอนของการผลิตควรมีการจัดแบ่งบริเวณที่ชัดเจน เช่น มีผนังกั้นเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์จากขั้นตอนหนึ่งไปยังอีกขั้นตอนหนึ่งไปยังอีกขั้นตอนหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการชำแหละซาก ควรแยกออกจากบริเวณที่เป็นการฆ่าและบริเวณรับวัตถุดิบ	- ควรจัดแบ่งพื้นที่ที่ใช้ในกระบวนการผลิตให้ชัดเจน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์จากขั้นตอนหนึ่งไปยังอีกขั้นตอนหนึ่ง โดยจัดทำผนังกั้นแบ่งพื้นที่เป็นบริเวณต่าง ๆ ได้แก่ บริเวณรับวัตถุดิบ บริเวณที่ใช้ในการฆ่า และบริเวณที่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ก่อนส่งจำหน่าย - จัดให้มีการทำความสะอาดหรือฆ่าเชื้อบริเวณต่าง ๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์เครื่องใช้อย่างสม่ำเสมอ อาจจะจัดทำตามระยะเวลาหรือปริมาณการผลิตและเมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติงานในแต่ละวัน

IWD-009-TAB#1 B:\tab4_1.xls+4-2

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	โรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่	โรงงานขนาดเล็ก
	- สัตว์ที่ฆ่าแล้วควรแขวนชากไว้บนรางแขวน และไม่ควรให้สัมผัสกับพื้นอีกต่อไป เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรก และเชื้อจุลินทรีย์จากพื้น - ควรมีการตรวจสุขภาพพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ในกระบวนการผลิตและจัดให้มีการฝึกอบรมเกี่ยวกับสุขอนามัยของกระบวนการผลิตอาหาร - ปรับปรุงตัวอาคารของโรงงานที่ใช้เป็นพื้นที่การผลิตให้สามารถป้องกันหนู แมลง และสัตว์ต่าง ๆ ไม่ให้เข้าไปในกระบวนการผลิตได้ - หาแนวทางในการนำวัสดุเศษเหลือไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และลดปัญหาทางด้านมลภาวะ ตลอดจนปรับปรุงหรือหาวิธีการบำบัดน้ำเสียและวัสดุเศษเหลือที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ	- ควรจัดแยกอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ที่ใช้เฉพาะพื้นที่ปฏิบัติงานหนึ่ง ๆ - ซากของสัตว์ที่ฆ่าแล้วจะต้องเข้าสู่กระบวนการผลิตที่มีความระมัดระวังในเรื่องความสะอาด โดยซากจะต้องสัมผัสกับพื้นหรือภาชนะที่สะอาดเท่านั้น พื้นที่ใช้ควรจะยกสูงจากพื้นปกติ หรืออาจเป็นโต๊ะที่จัดไว้โดยเฉพาะ ตลอดจนน้ำที่ใช้ล้างซากจะต้องเป็นน้ำที่สะอาด - จัดให้มีการฝึกอบรมพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ในโรงงานเกี่ยวกับหลักปฏิบัติและเทคนิคที่ถูกต้องในกระบวนการผลิต เพื่อลดการสูญเสียในการผลิต และเป็นการเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้อาจมีการแนะนำเกี่ยวกับเทคนิคที่ทันสมัย ซึ่งอาจจะนำมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วย (ดูจากกรณีโรงงานขนาดใหญ่และขนาดกลาง) - จัดให้มีการตรวจสุขภาพพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ในกระบวนการผลิต และจัดให้มีการฝึกอบรมเกี่ยวกับเรื่องสุขอนามัยของกระบวนการผลิตอาหาร - จัดให้มีการจัดเก็บวัสดุเศษเหนือ ผลิตภัณฑ์ที่ปนเปื้อนและของเสียต่าง ๆ ที่ไม่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารได้ ลงในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด ซึ่งจัดเตรียมไว้โดยเฉพาะ แยกออกจากกระบวนการผลิต เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์ - ควรจัดให้มีการเก็บและถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ในห้อง/ตู้เย็นหรือในน้ำแข็ง เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เน่าเสียเร็วก่อนถึงมือผู้บริโภค

IWD-009-TAB#1 B:\tab4_1.xls+4-2

3) กรณีของการนำน้ำทิ้งจากแต่ละขั้นตอนการผลิตกลับมาใช้ใหม่ มีข้อจำกัด ดังนี้

+ เพิ่มการสะสมของสารละลายหรือเกลือในน้ำใช้มากขึ้น
+ เพิ่มการกัดกร่อนของระบบท่อส่งน้ำในกระบวนการผลิต
+ เป็นการสะสมของสารต่าง ๆ ที่อาจเป็นอันตรายต่อการทำงานของจุลินท รีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีววิธี
+ เป็นการเพิ่มโอกาสที่จุลินทรีย์และสิ่งสกปรกจะเข้าไปปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งประเด็นนี้เป็นข้อจำกัดที่สำคัญที่สุดที่ทำให้การลดปริมาณน้ำเสียด้วยการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในโรงงานฆ่าและชำแหละสัตว์มีความเป็นไปได้น้อยมาก และหากนำมาใช้ต้องคำนึงถึงการปนเปื้อนกับผลิตภัณฑ์อย่างมาก

แนวทางที่เหมาะสมในการลดปริมาณน้ำเสียของโรงงานฆ่าสัตว์คือการลดปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งในหลายแนวทางที่จะนำเสนอต่อไปนี้มีการนำมาใช้แล้วในต่างประเทศ ส่วนแนวคิดของการนำน้ำทิ้งจากแต่ละขั้นตอนกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตยังไม่ได้รับการยืนยันจากกระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา (United States Department of Agriculture ; USDA) แต่ก็เป็นแนวทางที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด

1) <u>โรงงานขนาดใหญ่และขนาดกลาง</u>

1) <u>บริเวณพักสัตว์</u> :

- ควรทำความสะอาดบริเวณรับสัตว์หรือคอกพักสัตว์โดยวิธีแห้ง เช่น การตัก ขัดถู ขูดหรือกวาดเพื่อรวบรวมของเสียที่เป็นของแข็งก่อน แล้วจึงใช้น้ำล้างเป็นครั้งสุดท้ายจะทำให้ลดปริมาณน้ำใช้ลงได้อย่างมาก
- การล้างบริเวณรับสัตว์หรือคอกพักสัตว์ด้วยน้ำที่มีแรงดันสูงและเป็นแบบฉีดพ่นเป็นฝอยจะทำให้ปริมาณน้ำใช้ลดลง
- ควรวางแผนการขนส่งสัตว์เข้าโรงงานให้สอดคล้องกับสายการผลิต (production line) ภายในโรงงานเพื่อลดระยะเวลาการพักสัตว์ก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต
- การล้างภาชนะที่บรรจุสัตว์ปีกภายหลังนำสัตว์ออกแล้ว ควรแบ่งการทำความสะอาดเป็น 3 ขั้นตอน โดยขั้นแรก ล้างโดยใช้น้ำทิ้งจากการผลิต เช่น น้ำทิ้งจากการล้างซาก ขั้นสองล้างภายใต้

แรงดันด้วยน้ำยาทำความสะอาดที่หมุนเวียนกลับมาใช้ และขั้นตอนสุดท้ายล้างด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ

2) *การฆ่าและการรองรับเลือด* :

- พื้นและผนังของบริเวณรองรับเลือดที่แคบและจำกัดจะทำให้ปริมาณน้ำใช้ทำความสะอาดลดลงกว่าพื้นและผนังที่กว้าง

3) *การลวกและถอนขน* :

- น้ำที่ใช้ในการลวกสัตว์ถือเป็นน้ำล้างครั้งแรก ซึ่งตัวไก่มีความสกปรกสูง ดังนั้นน้ำใช้ในถังลวกจึงไม่จำเป็นต้องเป็นน้ำที่สะอาดมาก จึงมีความเป็นไปได้ในการนำน้ำทิ้งจากการล้างซาก ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากการล้างซากในบทที่ 3 พบว่ามีความสกปรกต่ำที่สุดกลับมาใช้ในขั้นตอนนี้ ทั้งนี้การใช้ heat exchanger เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำที่จะนำมาใช้ในถังลวกและน้ำที่ไหลล้นจากถังลวก จะช่วยลดเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทำให้น้ำร้อน
- การกวาดและนำขนออกจากบริเวณถอนขน หรือการใช้ระบบสูญญากาศแบบอัตโนมัตินำขนไปบริเวณอื่นเพื่อส่งไปแปรรูปต่อ จะทำให้ปริมาณน้ำใช้ในการพาขนและล้างพื้นลดลง
- โรงงานบางแห่งจะมีการใช้น้ำอย่างต่อเนื่องเพื่อกำจัดขนและไล่ขนออกจากบริเวณถอนขน ซึ่งสามารถลดปริมาณน้ำเสียในส่วนนี้ลงได้โดยนำน้ำส่วนนี้ไปผ่านตะแกรงเพื่อแยกขนออกแล้วนำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งในขั้นตอนเดียวกันนี้ แต่ต้องระมัดระวังไม่ให้ปนเปื้อนกับผลิตภัณฑ์ส่วนอื่น ๆ หรืออาจนำน้ำทิ้งจาก chiller กลับมาใช้ในการพาขนได้

4) *การแยกเครื่องในและการล้างซาก* :

- การนำน้ำทิ้งจากการแยกเครื่องในไปผ่านตะแกรงกรอง เพื่อแยกของแข็งแขวนลอยออก แล้วนำกลับไปใช้ในการพาเครื่องในอีกครั้งจะช่วยลดปริมาณน้ำใช้ลงได้ แต่การพาเครื่องในและอวัยวะของสัตว์ไปยังบริเวณทำความสะอาดเครื่องในและอวัยวะโดยใช้วิธีแห้ง เช่น ระบบ vacuum อัตโนมัติจะช่วยลดทั้งปริมาณและความสกปรกในน้ำเสีย
- น้ำทิ้งจากการล้างกระเพาะอาหารและจากการล้างอวัยวะ รวมทั้งน้ำทิ้งจากการล้างมือพนักงานในส่วนนี้ จะมีแบคทีเรียมากจึงไม่

เหมาะสมที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตในขั้นตอนที่สัมผัสกับสัตว์

- การปรับปรุงรูปแบบของหัวฉีดน้ำแบบพ่นฝอยและการใช้น้ำที่มีแรงดันที่เหมาะสมสามารถลดปริมาณน้ำใช้ในการล้างซาก (inside-outside washing)ได้ถึง 33% และลดน้ำใช้ล้างมือพนักงานในห้องแยกเครื่องในได้ 65% (Harold R.Jones,1974)
- น้ำใช้ในการล้างซากต้องเป็นน้ำสะอาด และน้ำทิ้งจากส่วนนี้สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตส่วนอื่นได้ เช่น ในถังลวก

5) *<u>การแช่เย็น (Chilling)</u>* :

- น้ำทิ้งจากการแช่เย็นหรือไหลล้นจาก chiller ที่ผ่านตะแกรงกรองแยกของแข็งแขวนลอยออกแล้ว สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ในถังลวก หรือล้างภาชนะบรรจุไก่ได้

6) *<u>การทำความสะอาดโรงงาน</u>* :

- ก่อนการทำความสะอาดโดยใช้น้ำล้าง ควรเก็บกวาดวัสดุเศษเหลือที่เป็นของแข็งแบบแห้งบนโต๊ะและพื้น เพื่อรวบรวมนำไปแปรรูปต่อหรือส่งขายโรงงานผลิตอาหารสัตว์ได้

ข. <u>โรงงานขนาดเล็ก</u>

เนื่องจากโรงงานขนาดเล็กมีการใช้น้ำน้อยอยู่แล้ว คือประมาณ 13.0 ลิตร/ตัว (ตารางที่ 3-4) ถ้าลดการใช้น้ำแล้วจะมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ซึ่งโดยปกติไม่มีการตรวจสอบและควบคุม แต่ควรจะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ โดยเฉพาะน้ำล้างผลิตภัณฑ์ โดยลดขนาดภาชนะบรรจุน้ำล้างให้เล็กลง แต่เพิ่มจำนวนภาชนะล้าง ซึ่งเท่ากับเป็นการล้างแบบหลายขั้นตอน

สำหรับข้อสรุปแนวทางการลดปริมาณน้ำเสียสำหรับโรงงานขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็กแสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 สรุปแนวทางการลดปริมาณน้ำเสีย

ขั้นตอนการผลิต	วิธีการผลิต
1. บริเวณรับสัตว์หรือคอกพักสัตว์	- ทำความสะอาดโดยวิธีแห้ง เช่น ตัก ขัดถู ขูดหรือกวาดก่อน แล้วใช้น้ำล้างเป็นครั้งสุดท้าย - ใช้น้ำที่มีแรงดันสูงและเป็นแบบ spray ในการล้างทำความสะอาด - การล้างภาชนะที่บรรจุสัตว์ภายหลังนำสัตว์ออกแล้ว ควรแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นแรกใช้น้ำทิ้งจากการผลิต เช่น น้ำล้างซาก หรือน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ขั้นสองล้างภายใต้แรงดันด้วยน้ำยาทำความสะอาดที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ขั้นตอนสุดท้ายล้างด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ
2. การฆ่าและการรองรับเลือด	- พื้นและผนังของบริเวณรองรับเลือดที่แคบและจำกัด จะทำให้ปริมาณน้ำใช้ทำความสะอาดลดลง
3. การลวกและถอนขน	- น้ำใช้ในการลวกสัตว์ถือเป็นน้ำล้างครั้งแรก ซึ่งตัวไก่มีความสกปรกสูง ดังนั้นน้ำที่ใช้ในถังลวกจึงไม่จำเป็นต้องเป็นน้ำที่สะอาดมาก จึงมีความเป็นไปได้ในการนำน้ำทิ้งจากการล้างซาก (ผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติ พบว่าน้ำทิ้งส่วนนี้มีความสกปรกน้อยที่สุด) มาใช้ในขั้นตอนนี้ - การกวาดและนำขนออกจากบริเวณถอนขน หรือการใช้ระบบสูญญากาศแบบอัตโนมัตินำขนไปบริเวณอื่น เพื่อส่งไปแปรรูปต่อ จะทำให้ปริมาณน้ำใช้ในการพาขนและล้างพื้นลดลง - โรงงานบางแห่งจะมีการใช้น้ำอย่างต่อเนื่อง เพื่อกำจัดขนและไล่ขนออกจากบริเวณถอนขน ซึ่งสามารถลดปริมาณน้ำเสียในส่วนนี้ลงได้ โดยนำน้ำส่วนนี้ไปผ่านตะแกรง เพื่อแยกขนออกแล้วนำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งในขั้นตอนเดียวกันนี้ แต่ต้องระมัดระวังไม่ให้ปนเปื้อนกับผลิตภัณฑ์ส่วนอื่น ๆ หรืออาจนำน้ำทิ้งจาก chiller กลับมาใช้ในการพาขนได้
4. การแยกเครื่องในและการล้างซาก	- ควรนำน้ำทิ้งจากการแยกเครื่องในไปผ่านตะแกรงกรอง เพื่อแยกของแข็งแขวนลอยออกแล้วนำกลับไปใช้ในการพาเครื่องในอีกครั้ง - การพาเครื่องในและอวัยวะของสัตว์ไปยังบริเวณทำความสะอาดเครื่องในและอวัยวะโดยใช้วิธีแห้ง เช่น ระบบ vacuum อัตโนมัติ จะช่วยลดทั้งปริมาณน้ำใช้และความสกปรกในน้ำเสีย - น้ำทิ้งจากการล้างกระเพาะอาหารและจากการล้างอวัยวะ รวมทั้งน้ำทิ้งจากการล้างมือพนักงาน ในส่วนนี้จะมีแบคทีเรียมากจึงไม่เหมาะสมที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตในขั้นตอนที่สัมผัสกับสัตว์

IWD-009-TAB#1 B:\tab4_1.xls+4-3

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	วิธีการผลิต
	- การปรับปรุงรูปแบบของหัวฉีดน้ำแบบพ่นฝอยและการใช้น้ำที่มีแรงดันที่เหมาะสม สามารถลดปริมาณน้ำใช้ในการล้างซาก (inside-outside washing) ได้ถึง 33% และลดน้ำใช้ล้างมือพนักงานในห้องแยกเครื่องในได้ 65% (Harold R.Jones, 1974) - ติดตั้งสวิทช์ปิด-เปิดอัตโนมัติ เพื่อควบคุมการปิดน้ำที่ต้องการตามความเหมาะสมของงาน - น้ำใช้ในการล้างซากต้องเป็นน้ำสะอาด และน้ำทิ้งจากส่วนนี้สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตส่วนอื่นได้ เช่น ในถังลวก
5. การแช่เย็น (chilling)	- น้ำทิ้งจากการแช่เย็นหรือไหลล้นจาก chiller ที่ผ่านตะแกรงกรองแยกของแข็งแขวนลอยออกแล้ว สามารถนำกลับมาใช้พาขนออกจากบริเวณลวกและถอนขนได้
6. การทำความสะอาดโรงงาน	- ก่อนการทำความสะอาดโดยใช้น้ำล้าง ควรเก็บกวาดวัสดุเศษเหลือที่เป็นของแข็งแบบแห้งโต๊ะและพื้น เพื่อรวบรวมน้ำไปแปรรูปต่อ หรือส่งขายโรงงานผลิตอาหารสัตว์ได้

IWD-009-TAB#1 B:\tab4_1.xls+4-3

4.2 การใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก

4.2.1 การจัดการวัสดุเศษเหลือจากกระบวนการผลิตเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

จากกระบวนการฆ่าสัตว์ปีกที่นำเสนอในบทที่ 3 นั้น จะมีวัสดุเศษเหลือทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆได้หากมีการจัดการที่เหมาะสม ซึ่งต้องเริ่มตั้งแต่การเก็บรวบรวม การขนส่ง และการแปรรูปก่อนนำไปใช้ประโยชน์ สำหรับในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึงวิธีการจัดการวัสดุเศษเหลือของโรงงานฆ่าสัตว์ปีกที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน และสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งเสนอแนวทางการปรับปรุงรูปแบบการจัดการวัสดุเศษเหลือที่ควรจะเป็นสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ปีกโดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4-4

ในส่วนของมาตรการการเก็บรวบรวม และการขนส่งวัสดุเศษเหลือเพื่อนำไปแปรรูปหรือนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มีหลักการดังนี้

1) ทำการแยกวัสดุเศษเหลือออกจากกระบวนการผลิต และใส่ลงในภาชนะที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของของเหลวได้และมีฝาปิดมิดชิด ทำด้วยวัสดุที่สามารถทำความสะอาดและฆ่าเชื้อได้ง่าย เช่น ถังพลาสติก ซึ่งภาชนะดังกล่าวจะต้องจัดวางไว้ตามจุดปฏิบัติงานต่าง ๆ อย่างเพียงพอ พร้อมทั้งมีป้ายหรือรหัสสีที่บ่งบอกอย่างชัดเจนว่าเป็นภาชนะบรรจุวัสดุเศษเหลือ

2) การขนย้ายวัสดุเศษเหลือออกจากโรงงาน ต้องทำอย่างสม่ำเสมอเมื่อมีปริมาณมากพอ หรืออย่างน้อยที่สุดจะต้องขนย้ายทุกวันเพื่อป้องกันการเน่าเสียของวัสดุเศษเหลือ

3) ภาชนะบรรจุที่ใช้แล้วจะต้องนำมาล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อก่อนที่จะเก็บหรือนำมาใช้อีกครั้งหนึ่ง และห้ามนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์

4) การเก็บขนและการขนย้ายโดยปกติจะใช้รถบรรทุก ซึ่งจะต้องจัดให้มีมาตรการป้องกันการตกหล่นของวัสดุเศษเหลือ หรือการไหลหยดของของเหลวจากวัสดุเศษเหลือในระหว่างการขนส่ง ดังนี้

- มูลสัตว์และตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย ควรบรรจุลงในถุงพลาสติกและมัดปากถุงให้แน่น
- หัว ไส้ และเศษเลือดต้มสุก ให้บรรจุใส่ถังพลาสติกที่มีฝาปิดมิดชิด
- ขนไก่เปียก ให้ขนส่งด้วยรถบรรทุกซึ่งส่วนที่เป็นกระบะบรรทุกได้ออกแบบพิเศษหรือปูด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการไหลหยดของน้ำในระหว่างการขนส่ง นอกจากนี้จะต้องมีผ้าใบคลุมกระบะรถด้วย

ตารางที่ 4-4 การจัดการวัสดุเศษเหลือของโรงงานฆ่าสัตว์ปีกเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

วัสดุเศษเหลือ	ปริมาณ	การจัดการในปัจจุบันและสภาพปัญหา	การปรับปรุง
1. ขน	30 กก./ตัน	โรงงานส่วนใหญ่ใช้วิธีขนส่งไปจำหน่ายยังโรงงานผลิตอาหารสัตว์หรือส่งไปยังโรงงานที่มี rendering plant เพื่อผลิตขนป่น โดยการใช้รถบรรทุกขนเปียก ทำให้น้ำและขนกระจายออกสู่ภายนอกในระหว่างการขนส่ง	ในการขนส่งควรบรรจุใส่ถังพลาสติกที่มีฝาปิดมิดชิด
2. มูล	2 กก./ตัน	ใช้น้ำฉีดล้างเข้าสู่ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ทำให้น้ำเสียมีความสกปรกเพิ่มขึ้น จึงเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียเพิ่มขึ้น	เก็บกวาดรวบรวมโดยวิธีแห้งเพื่อนำไปเป็นปุ๋ย
3. ไส้ หัว ไขมัน หนังเหลืองจากขาไก่	106 กก./ตัน	รวบรวมใส่ถังหรือถุงพลาสติก และส่งจำหน่ายเป็นอาหารปลาในบ่อเลี้ยงปลา	- ในการขนส่งเพื่อจำหน่ายเป็นอาหารปลา ควรรวบรวมใส่ถังพลาสติกที่มีฝาที่ปิดมิดชิด - นำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์
4. เลือด	25 กก./ตัน	ต้มสุกและจำหน่ายเป็นอาหารมนุษย์ แต่เศษเลือดต้มสุกจะส่งไปผลิตเป็นอาหารสัตว์พร้อมกับขน	กรองเศษเลือดต้มสุกและนำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ได้
5. น้ำเสียรวม	8.8 ลบ.ม./ตัน	รวบรวมเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	นำมาแยกโปรตีนกลับซึ่งสามารถนำไปผสมเป็นอาหารสัตว์ได้
6. น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด	8.8 ลบ.ม./ตัน	ระบายออกสู่นอกโรงงานหรือโรงงานบางแห่งนำบางส่วนมาใช้ในการรดน้ำต้นไม้ภายในโรงงาน	- นำกลับมาใช้ในการล้างทำความสะอาดบริเวณพักสัตว์ หรือรถบรรทุกสัตว์ได้ - ใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม

5) การจัดการวัสดุเศษเหลือ สำหรับวัสดุเศษเหลือจากอุตสาหกรรมฆ่าสัตว์นั้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เกือบทุกชนิดดังจะได้กล่าวต่อไป แต่วัสดุเศษเหลือที่มีการปนเปื้อนสูงอยู่

ในเกณฑ์ที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น มีสารพิษตกค้างสูงหรือมีเชื้อโรคที่เป็นอันตราย จะต้องถูกทำลายโดยเผาในเตาเผา อุณหภูมิสูงหรือฝังกลบอย่างถูกวิธี

4.2.2 <u>การใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือที่เกิดจากกระบวนการฆ่าสัตว์ปีก</u>

สำหรับแนวทางการใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือประเภทต่าง ๆ ที่เกิดจากกระบวนการฆ่าสัตว์ปีก ประกอบด้วย

4.2.1.1 <u>วัสดุเศษเหลือที่เป็นของแข็ง</u>

- **ขนไก่**

ในกระบวนการฆ่าไก่สดที่มีชีวิต 1 ตัน จะมีขนไก่เป็นวัสดุเศษเหลือประมาณ 30 กิโลกรัม (ไก่ 1 ตัว มีขนเป็นส่วนประกอบประมาณ 3.0-9.0% โดยขึ้นกับพันธุ์และอายุของไก่) องค์ประกอบทางเคมีของขนไก่ประกอบด้วย (สุชีพ สุขสุแพทย์ และคณะ,2524)

วัตถุแห้ง	91.90%
โปรตีน	88.50%
เส้นใย	1.60%
ไขมัน	2.30%
เถ้า	5.60%
คาร์โบไฮเดรทที่ย่อยง่าย	2.00%
แคลเซียม	0.26%
ฟอสฟอรัส	0.20%

ปัจจุบันขนไก่ที่เกิดขึ้นจากโรงงานฆ่าไก่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการนำไปเป็นส่วนผสมสำหรับอาหารสัตว์ โดยโรงงานบางแห่งจะดำเนินการผลิตขนไก่ป่นเอง และส่งต่อไปยังผู้ผลิตอาหารสัตว์ ในขณะที่โรงงานบางแห่งจะส่งขายขนไก่ที่เกิดขึ้นทั้งหมดแก่ผู้ผลิตอาหารสัตว์โดยตรง โดยผลการวิจัยพบว่า ขนไก่ป่นสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับเป็ดได้ ด้วยการใช้ผสมในอาหารในอัตราส่วน 6.75%, 10.0% และ 5.0% สำหรับเป็ดเล็ก เป็ดรุ่นและเป็ดไข่ ตามลำดับ (สุชีพ สุขสุแพทย์ และคณะ,2524)

กระบวนการผลิตขนป่น (feather meal) เป็นการย่อยสลายโปรตีนเชิงซ้อน (keratin) ให้เป็นโปรตีนที่สัตว์สามารถย่อยและนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยมีขั้นตอนของการผลิตดังแสดงในรูปที่ 4-1 ขนที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์ปีก จะถูกนำมาให้ความร้อนด้วยไอน้ำ ภายใต้ความดัน 2-3

บรรยากาศ เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำให้เย็นและอบให้แห้ง แล้วจึงนำมาบดให้ละเอียด ซึ่งโดยปกติจะใช้ผสมในอาหารสัตว์ประมาณ 0.5-1.5% (Ockerman และ Hansen, 1988)

- **มูลไก่**

ในระหว่างการพักไก่ก่อนที่จะนำเข้าสู่กระบวนการฆ่านั้น ไก่ 1 ตันจะกำเนิดมูลไก่ประมาณ 2 กิโลกรัม ซึ่งโรงงานส่วนใหญ่จะใช้น้ำฉีดล้างพื้นเป็นระยะ ๆ ทำให้เป็นการเพิ่มความสกปรกของน้ำเสียที่โรงงานจะต้องบำบัดอีกครั้ง

สำหรับฟาร์มไก่ที่มีมูลไก่เป็นวัสดุเศษเหลือจำนวนมาก ๆ นั้น มักจะมีการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเป็นสารบำรุงดินในพื้นที่การเกษตร (soil conditioner) และใช้เป็นอาหารเลี้ยงปลาในบ่อปลาเนื่องจากมูลไก่มีองค์ประกอบที่เป็นโปรตีนค่อนข้างสูง สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของมูลไก่ ประกอบด้วย (สุชีพ สุขสุแพทย์ และคณะ,2524)

วัตถุแห้ง	94.80%
ไนโตรเจน	4.32%
โปรตีน	27.00%
เถ้า	33.60%
ไขมัน	2.46%
เส้นใย	15.10%
แคลเซียม	10.90%
ฟอสฟอรัส	2.10%
โพแทสเซียม	2.30%
แมกนีเซียม	0.70%

- **ไส้ไก่ หัวไก่ ไขมัน หนังเหลืองจากขาไก่ และเศษเลือดต้มสุก**

ในกระบวนการฆ่าไก่จำนวน 1 ตัน จะมีไส้ไก่ หัวไก่ ไขมัน หนังเหลืองจากขาไก่ และเศษเลือดต้มสุกเกิดขึ้นประมาณ 106 กิโลกรัม สำหรับโรงงานที่มีการผลิตขนไก่ปั่นจะนำหนังเหลืองจากขาไก่และเศษเลือดต้มสุกไปใช้ในการผลิตขนไก่ปั่นร่วมด้วย ส่วนไส้ไก่ หัวไก่ และไขมันจะจำหน่ายเพื่อเป็นอาหารปลาในบ่อเลี้ยงปลา อย่างไรก็ตาม ไส้ไก่และหัวไก่เป็นส่วนที่มีปริมาณไขมันมาก ซึ่งไขมันเป็นส่วนที่มีการสะสมของสารพิษต่าง ๆ เช่น สารกำจัดแมลงจากอาหารที่ไก่กินเข้าไป ดังนั้น จึงควรได้มีการวิจัยในด้านปริมาณสารพิษที่ตกค้างอยู่ในอวัยวะต่าง ๆ เหล่านี้ และความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ด้วย

สำหรับการนำวัสดุเศษเหลือเหล่านี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องในไปผลิตเป็นอาหารสัตว์นั้นสามารถทำได้ตามขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 4-2 ซึ่งเป็นการให้ความร้อนพร้อมกับกา

รอบแห้งเพื่อลดความชื้นลงให้เหลือประมาณ 8% แล้วจึงบีบเอาไขมันส่วนเกินออกให้เหลือในผลิตภัณฑ์ประมาณ 10% (Ockerman และ Hansen, 1988)

5.2.1.2 วัสดุเศษเหลือที่เป็นของเหลว

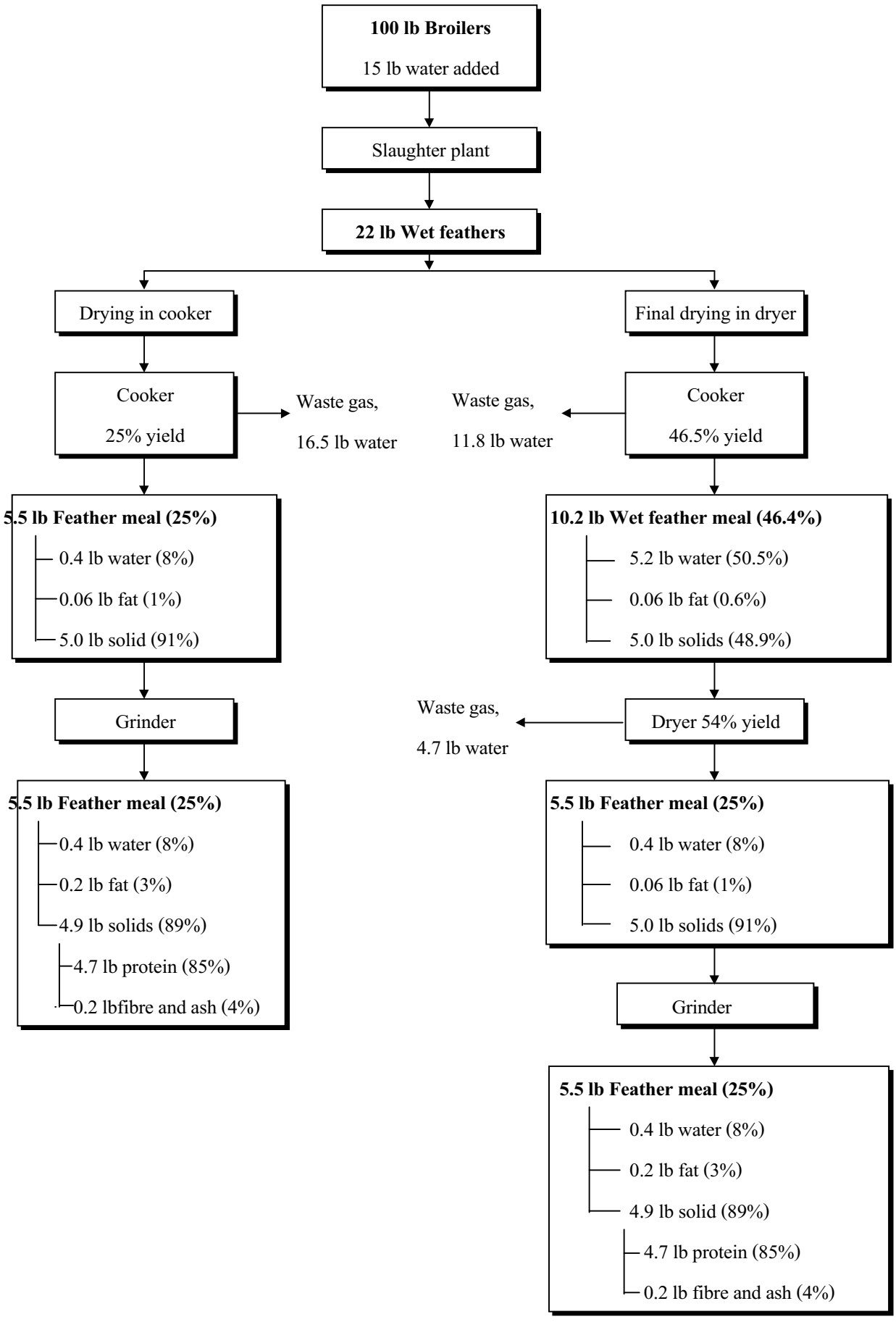
- **เลือด**

โดยปกติสัตว์ปีกจะมีเลือดเป็นองค์ประกอบ 2-4% ของน้ำหนักสัตว์มีชีวิต เลือดส่วนใหญ่จะใช้บริโภคเป็นอาหารโดยการต้มสุกก่อนส่งจำหน่าย อย่างไรก็ตามเลือดสามารถนำมาอบแห้งและบดให้ละเอียดเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ดังแสดงในรูปที่ 4-3 (Ockerman และ Hansen, 1988)

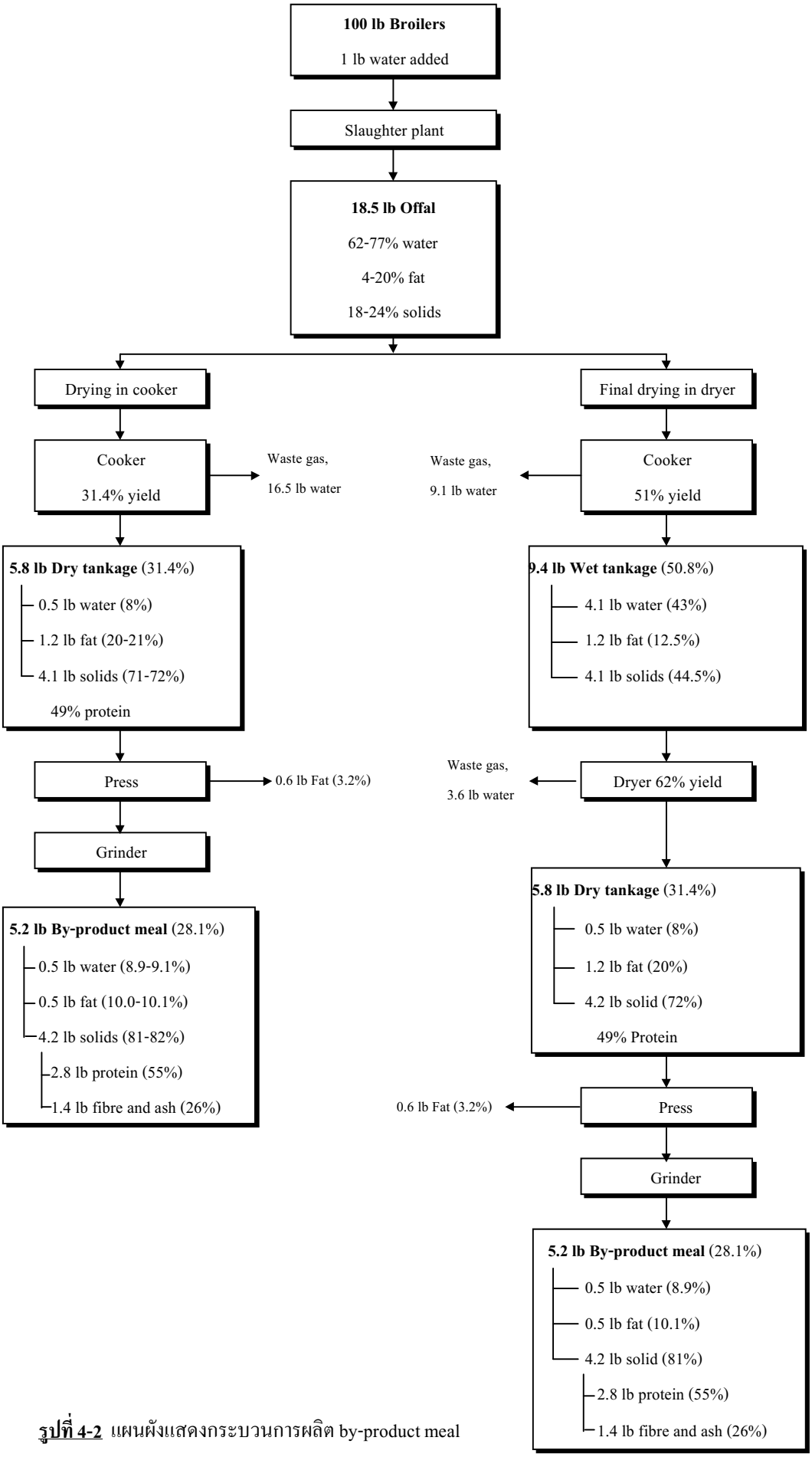
- **น้ำเสียจากกระบวนการผลิต**

เนื่องจากน้ำเสียจากการฆ่าสัตว์ปีก เป็นน้ำเสียที่มีปริมาณน้ำมัน ไขมัน และโปรตีนปนเปื้อนอยู่สูง จึงสามารถนำโปรตีนกลับไปใช้ประโยชน์ในด้านเป็นอาหารสัตว์ ด้วยการผ่านวิธีการทำให้โปรตีนรวมตัวกันใน Concentrator tank โดยมีสารจำพวก Polyelectrolyte เป็น Flocculant แล้วทำให้ตะกอนโปรตีนลอยตัวด้วยเครื่องเป่าอากาศ จากนั้นจึงรวบรวมตะกอนโปรตีนมาปรับสภาพด้วยการเติมเลือดสัตว์ซึ่งทำหน้าที่เป็น Coagulant ใน Conditioning tank ตะกอนที่ได้จะมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบประมาณ 40-45% (40% dry) สำหรับรายละเอียดเรื่องนี้ได้นำเสนอเพิ่มเติมในบทที่ 5

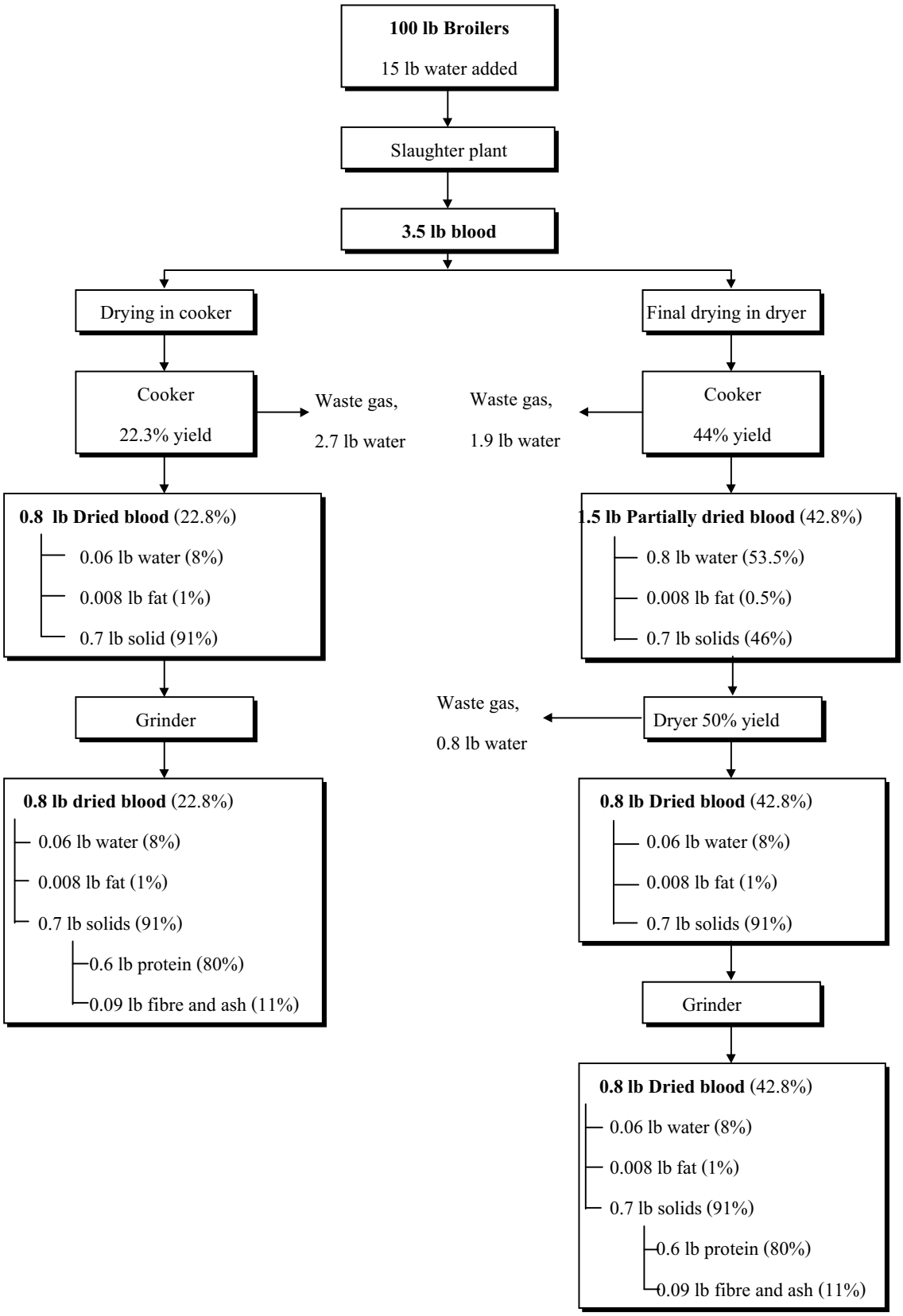
ในส่วนของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งมีประมาณ 8.8 ลูกบาศก์เมตร/ตันไก่มีชีวิต มีปริมาณความสกปรกในรูปค่าบีโอดี, ซีโอดี, ของแข็ง-แขวนลอย และไขมันและน้ำมันประมาณ 0.008, 0.05, 0.02 และ < 0.001 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ในขณะที่มีธาตุอาหารประเภทไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.02 และ 0.001 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ดังนั้นการนำน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัดแล้วไปใช้ในพื้นที่เกษตรกรรมจึงมีความเหมาะสมส่วนหนึ่ง ในขณะที่น้ำทิ้งส่วนนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการล้างกล่องบรรจุไก่และล้างรถบรรทุกไก่ก่อนที่จะวิ่งกลับฟาร์มได้ด้วย



<u>รูปที่ 4-1</u> แผนผังแสดงกระบวนการผลิตขนป่น



<u>รูปที่ 4-2</u> แผนผังแสดงกระบวนการผลิต by-product meal



<u>รูปที่ 4-3</u> แผนผังแสดงกระบวนการผลิตเลือดป่น

บทที่ 5

วิธีการที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสีย

5.1 การรวบรวมน้ำเสีย

อุตสาหกรรมฆ่าสัตว์ปีก ควรจะแยกน้ำทิ้งที่เกิดจากการล้างและถอนขนเพื่อนำมาทำการบำบัดขั้นต้นด้วยการผ่านตะแกรงกรองแยกขนและของแข็งอื่น ๆ ออกก่อน หลังจากนั้นจึงสามารถนำน้ำทิ้งจากส่วนต่าง ๆ มารวมกันเพื่อทำการบำบัดได้ ในบางกรณีอาจพบว่าหากโรงงานมีการตรวจสอบความเหมาะสมของระบบรวบรวมน้ำเสียจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียลงได้อย่างมาก เช่น เมื่อโรงงานมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนระบบบำบัดน้ำเสียจากระบบบ่อตามธรรมชาติเป็นระบบที่มีการใช้เทคโนโลยีสูงขึ้น เช่น ระบบถังกรองไร้อากาศ และ/หรือ ระบบตะกอนเร่ง การพิจารณาแยกชนิดของน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของบีโอดีสูงออกจากน้ำเสียที่มีบีโอดีต่ำและแยกน้ำเสียที่มีกากตะกอนมากออกจากน้ำเสียที่มีกากตะกอนน้อย จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียได้อย่างมาก เพราะกระบวนการบำบัดของน้ำเสียลักษณะต่าง ๆ เหล่านั้นสามารถกำหนดขนาดได้เหมาะสมกว่า

แต่ในทางปฏิบัติจริง ๆ นั้น โรงงานต่าง ๆ ยังไม่ได้พิจารณาแยกน้ำทิ้งจากกระบวนการเหล่านี้ที่ปรึกษาจึงดำเนินการไปตามข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น

5.2 การบำบัดน้ำเสีย

สภาพปัญหาในด้านการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นกับอุตสาหกรรมฆ่าสัตว์ปีกในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี ดังนี้

1) ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย

เป็นกรณีของโรงงานฆ่าสัตว์ปีกขนาดเล็กที่อยู่ในกรุงเทพมหานคร เช่นบริเวณซอยศูนย์-การค้าสัตว์ปีกคลองตันและตลาดคลองเตย ซึ่งโรงงานเหล่านี้จะไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียเป็นของตนเองโดยก่อนจะระบายน้ำเสียลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะจะใช้ตะแกรงแยกขนออกเท่านั้น

2) มีระบบบำบัดน้ำเสียแต่ก็ยังไม่สามารถบำบัดน้ำเสียให้ลักษณะสมบัติน้ำทิ้งเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งของราชการได้

ปัญหาดังกล่าวนี้ส่วนหนึ่งเกิดจากการใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียที่ไม่เหมาะสมกับลักษณะ-สมบัติของน้ำเสียที่เกิดขึ้น และอีกส่วนหนึ่งเกิดจากการขาดการดูแลรักษาระบบบำบัดน้ำเสียหรือการเดิน

ระบบบำบัดน้ำเสียไม่ถูกต้อง แม้ว่าในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเปิดจะไม่มีความจำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญสูง แต่ประสิทธิภาพในการบำบัดความสกปรกในน้ำเสียของระบบบำบัดประเภทนี้จะสูงขึ้นหากมีการควบคุมการทำงานของระบบอย่างถูกต้อง ในขณะเดียวกันหากใช้ระบบบำบัดชั้นสูงที่สามารถกำจัดปริมาณความสกปรกในน้ำเสียได้มาก แต่ขาดผู้ควบคุมระบบที่มีความรู้ความชำนาญก็ไม่สามารถที่จะบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน ดังนั้นการเปลี่ยนชนิดของระบบบำบัดน้ำเสียจากระบบบ่อเปิดเป็นระบบที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงก็ไม่ได้หมายความว่าจะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียได้เสมอไป ความเข้าใจในหลักการบำบัดเป็นหัวใจสำคัญของการบำบัดที่มีประสิทธิภาพอย่างแท้จริงไม่ใช่ระดับของเทคโนโลยี

ดังนั้น ในบทนี้ที่ปรึกษาจึงได้นำเสนอหลักวิชาการที่เกี่ยวข้องกับวิธีการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมและมีความเป็นได้มากที่สุดสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ปีก รวมทั้งการเสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิ-ภาพของระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน และข้อเสนอแนะวิธีการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียด้วย ส่วนรายละเอียดของวิธีการบำบัดและวิธีการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมสำหรับโรงงานแต่ละแห่งจะต้องเป็นความรับผิดชอบของแต่ละโรงงาน โดยจะขึ้นกับลักษณะสมบัติของน้ำเสีย เช่น อัตราการไหลและปริมาณความสกปรกในน้ำเสีย วัตถุประสงค์ในการบำบัดน้ำเสีย ค่าใช้จ่ายคงที่ และค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ รวมทั้งวิธีการบำบัดและประสบการณ์ของผู้ควบคุมระบบประกอบกัน

5.2.1 <u>การบำบัดน้ำเสียขั้นต้น</u> (Pre-treatment)

น้ำเสียจากกระบวนการฆ่าสัตว์ปีกโดยเฉพาะน้ำเสียจากขั้นตอนการล้างตัวสัตว์ การลวกและถอนขน และล้างเครื่องในจะมีปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) สูง ซึ่งหากน้ำเสียส่วนนี้ไหลรวมกับน้ำเสียจากส่วนอื่น ๆ ลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจะทำให้ถังหรือบ่อปฏิกิริยาตื้นเขินอย่างรวดเร็ว เช่น ในส่วนที่เป็นระบบบ่อหมัก ของแข็งเหล่านี้จะตกตะกอนในบ่อหมักบ่อแรกทำให้บ่อหมักนี้ตื้นเขินอย่างรวดเร็ว อีกทั้งการขุดลอกบ่อไม่สามารถกระทำได้ทั่วถึงโดยตลอดเป็นสาเหตุให้ประสิทธิ-ภาพในการบำบัดของบ่อลดลง ทั้งนี้เพราะระยะเวลาเก็บกักน้ำในบ่อลดลง ในขณะเดียวกันน้ำเสียจากกระบวนการฆ่าสัตว์ปีกก็ยังมีปริมาณน้ำมันและไขมันสูงด้วย ซึ่งเมื่ออยู่ในระบบบำบัดน้ำเสียนอกจากจะจับเป็นคราบคลุมผิวน้ำซึ่งจะมีผลในการขัดขวางการถ่ายเทอากาศจากบรรยากาศลงสู่ผิวน้ำแล้ว ไขมันและน้ำมันยังจะจับกับกากตะกอน (Sludge) ซึ่งเป็นของแข็งแขวนลอยที่เกิดขึ้นในระหว่างการบำบัดและสามารถส่งผลกระทบต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบได้

ในอีกด้านหนึ่ง การบำบัดน้ำเสียขั้นต้นยังเป็นการกำจัดกากตะกอนซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่จะเกิดการย่อยสลายโดยง่าย ดังนั้น ระบบบำบัดขั้นต้นที่มีประสิทธิภาพสูงและกำจัดกากตะกอนออกโดยง่าย จึงเป็นทางเลือกที่สำคัญในการจัดการน้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีก

นอกจากนี้ ผลประโยชน์อื่น ๆ ที่จะได้รับจากการมีระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น ได้แก่

- การลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและค่าดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ
- การนำวัสดุเศษเหลือจากระบวนการผลิตกลับมาใช้ประโยชน์

สำหรับขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นในอุตสาหกรรมฆ่าสัตว์ปีกโดยทั่วไป ได้แก่

5.2.1.1 <u>การกำจัดของแข็งด้วยการกรองหรือตกตะกอน</u>

เนื่องจากของแข็งที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสียจากกระบวนการฆ่าสัตว์ปีก มีทั้งที่มีขนาดใหญ่ เช่น ขนไก่ เศษอวัยวะและชิ้นส่วนกระดูกสัตว์ และที่มีขนาดเล็ก เช่น เศษอาหารจากกระเพาะอาหาร การกำจัดของแข็งเหล่านี้ส่วนใหญ่จะใช้ตะแกรง (Screen) ซึ่งมีอยู่ 2 แบบ คือ ตะแกรง-หยาบ (Coarse screen) ที่มีช่องว่างระหว่างแท่งเหล็กตั้งแต่ 10 มิลลิเมตรขึ้นไป และตะแกรงละเอียด (Fine screen) ที่มีช่องว่างระหว่างแท่งเหล็กอยู่ระหว่าง 2-6 มิลลิเมตร หรือใช้วิธีการตกตะกอน ซึ่งเหมาะสำหรับการแยกตะกอนหนักพวกกรวด หิน ทราย หรือตะกอนต่าง ๆ ที่มีความถ่วงจำเพาะสูง ระบบกำจัดตะกอนหนักมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น ถังกำจัดตะกอนหนักสี่เหลี่ยมผืนผ้า ถังกำจัดตะกอนหนักสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือวงกลม หรือถังกำจัดตะกอนหนักที่ใช้ระบบเป่าอากาศ

5.2.1.2 <u>การกำจัดน้ำมันและไขมัน</u>

วิธีการกำจัดน้ำมันและไขมัน มีหลายวิธี ดังนี้

- การเติมคลอรีน โดยใช้คลอรีนประมาณ 2-5 มิลลิกรัม/ลิตร

วิธีนี้ไม่นิยมนำมาใช้ในการกำจัดน้ำมันและไขมันจากน้ำเสียโรงงานฆ่าสัตว์ปีก เนื่องจากการเติมคลอรีนจะทำให้น้ำเสียที่ส่งต่อไปบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพมีปริมาณคลอรีนหลงเหลือ (Residual Chlorine) อยู่ในปริมาณมากจนส่งผลกระทบต่อจุลชีพในระบบได้

- การเติมคลอรีนร่วมกับการเป่าอากาศ

เนื่องจากมีการใช้คลอรีน ซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อจุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ ทำให้วิธีนี้ไม่เหมาะสมในการกำจัดน้ำมันและไขมันจากน้ำเสียโรงงานฆ่าสัตว์ปีกเช่นกัน

- การเพิ่มอุณหภูมิ

เป็นการใช้อุณหภูมิสูงเพื่อลดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหรือไขมัน ทำให้ลอยขึ้นมาได้ แต่วิธีนี้ไม่เหมาะสมในการกำจัดไขมันและน้ำมันจากน้ำเสียของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก เนื่องจากน้ำเสียมีปริมาณมาก ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและเสียค่าใช้จ่ายมาก

- การทำให้ตะกอนลอย (Floatation) แล้วเก็บกวาดออกจากน้ำบนผิวน้ำ

วิธีที่นิยมใช้ ได้แก่ บ่อดักไขมัน หรือ Grease Trap และ การทำให้ลอยด้วยอากาศละลาย หรือ Dissolved Air Floatation (DAF)

Grease Trap เป็นถังหรือบ่อพักที่มีแผ่นกั้นขวางอยู่ในบ่อเพื่อดักไขมันไว้ให้ได้ปริมาณมาก ขนาดพื้นที่ผิวของบ่อต้องเพียงพอกับปริมาณไขมันที่จะลอยขึ้นมา ความเร็วของน้ำไหลภายในถังต้องต่ำที่สุดที่จะมีได้ บริเวณทางออกต้องไม่ให้ไขมันหลุดลอยออกไปได้ และถ้าเป็นบ่อดักไขมันที่ใช้คนเก็บกวาดขึ้นมาต้องหมั่นคอยเก็บขึ้นมาให้หมดทุก ๆ วัน เวลาเก็บกักของบ่อดักไขมันควรมีมากกว่า 30 นาที แต่ต้องไม่นานเกินไปจนเกิดกลิ่นเหม็นขึ้นในถัง รูปแบบทั่วไปของบ่อดักไขมัน แสดงดังรูปที่ 5-1

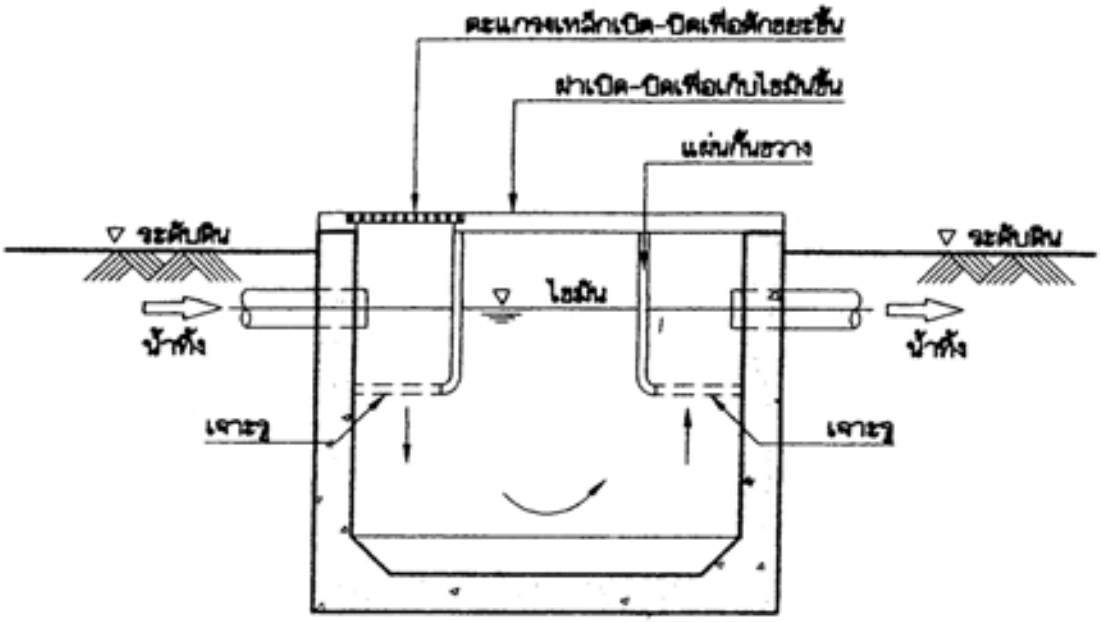
Dissolved Air Floatation (DAF) เป็นวิธีที่เป่าอากาศลงในน้ำเสีย ภายใต้ความดันบรรยากาศจากนั้นจึงปล่อยความดันให้เข้าสู่สภาวะความดันบรรยากาศปกติ ฟองอากาศจำนวนมากจะนำไขมันและน้ำมันรวมทั้งตะกอนต่าง ๆ ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ จากนั้นตะกอนที่ลอยขึ้นมาจะถูกกวาดทิ้งไป รูปแบบของระบบกำจัดไขมันและน้ำมันแบบ Dissolved Air Floatation แสดงดังรูปที่ 5-2

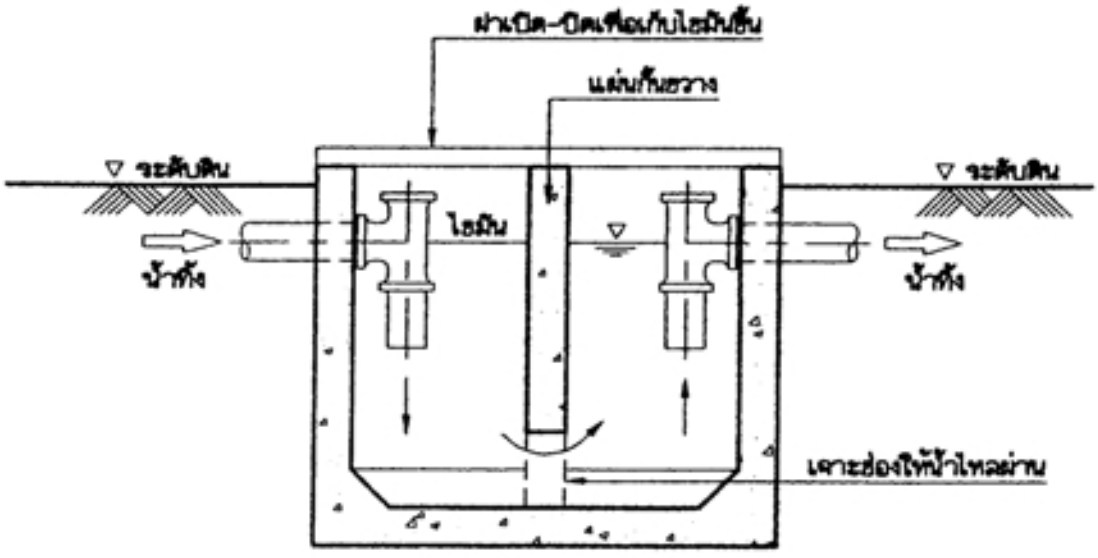
เนื่องจากน้ำเสียจากกระบวนการฆ่าสัตว์ปีกมักจะปนเปื้อนด้วยไขมันและน้ำมันรวมถึงของแข็งทั้งที่มีขนาดใหญ่และขนาดเล็ก ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้นที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมประเภทนี้จึงประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนแรก เป็นการกำจัดของแข็งที่มีขนาดใหญ่ (Coarse Solids) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดในขั้นตอนต่อไป โดยโรงงานส่วนใหญ่จะใช้ตะแกรง (screen) ซึ่งอาจอยู่ในรูปของ Static screens, Vibrating screen หรือ Rotary drum screen และในบางแห่งอาจใช้วิธีการตกตะกอนในถังตกตะกอนที่อาจใช้วิธีตกด้วยแรงโน้มถ่วง หรือวิธีที่ใช้เครื่องจักรช่วย
- ขั้นตอนสอง เป็นการกำจัดไขมันและน้ำมัน รวมทั้งของแข็งแขวนลอยที่มีขนาดเล็ก โรงงานฆ่าสัตว์ส่วนใหญ่ใช้ Grease Trap ที่ใช้แรงงานคนคอยตักไขมันที่อยู่ผิวน้ำออกไปกำจัดต่อในขณะที่มีโรงงานเพียงจำนวนน้อยที่ใช้ระบบ Dissolved Air Floatation (DAF)

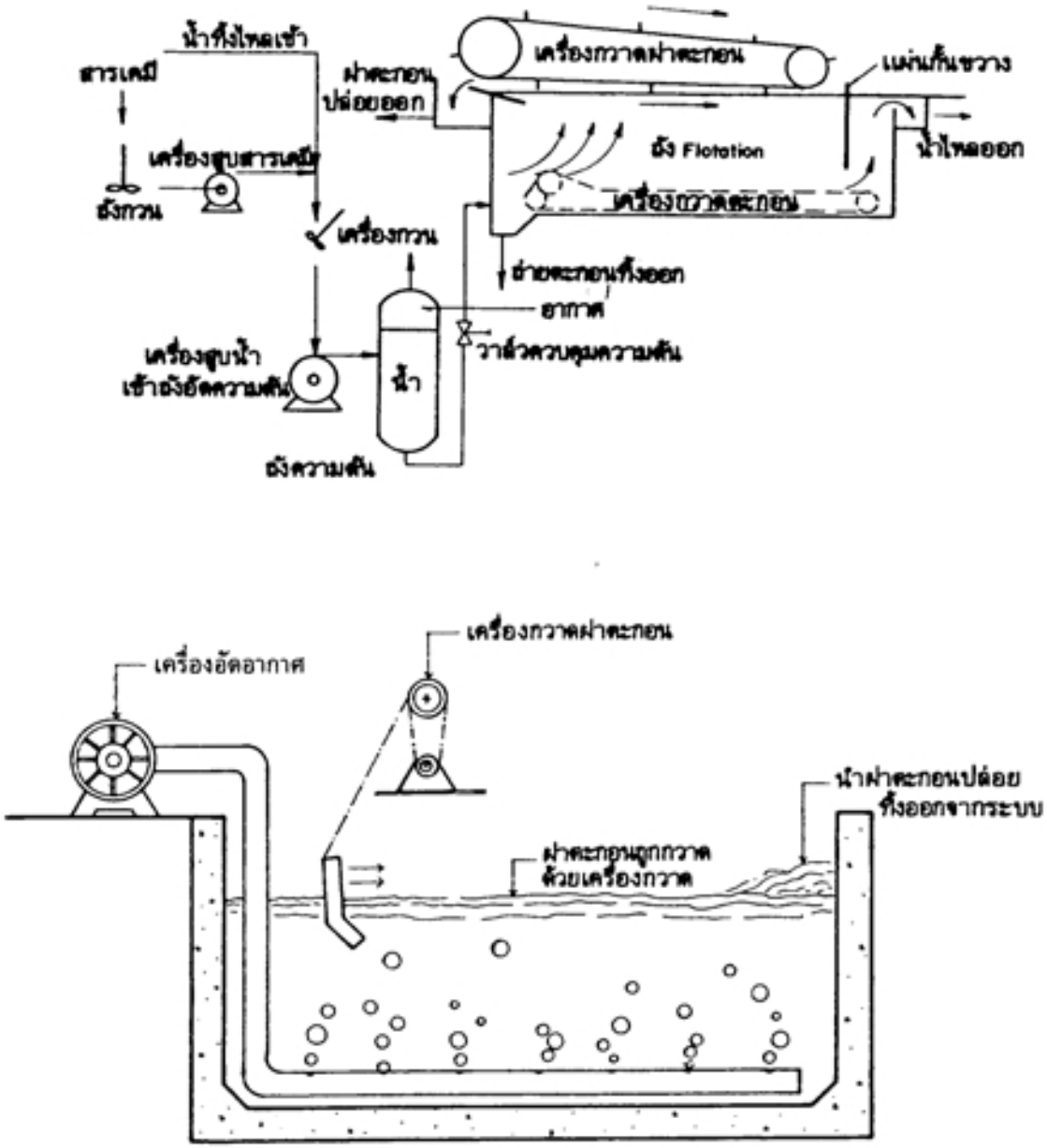
สำหรับข้อพิจารณาในการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก มีดังนี้

- เนื่องจากน้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีกมีปริมาณสูงมาก การใช้วิธีตกตะกอนในถังตกตะกอน จึงไม่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์
- ในกรณีที่ใช้ตะแกรงแยกของแข็งออกจากน้ำเสียโรงงานฆ่าสัตว์ปีกอาจดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด อย่างไรก็ตามการใช้ตะแกรงละเอียดและเครื่องสูบน้ำจะทำให้ไขมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียแตกตัวมากขึ้น เป็นผลให้การกำจัดไขมันและน้ำมันในขั้นตอนที่สองยากขึ้น
- ปริมาณไขมันและน้ำมันที่มีอยู่จำนวนมากในน้ำเสีย ทำให้มีความจำเป็นที่ต้องล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้บำบัดน้ำเสียขั้นต้น ในกรณีที่ใช้ตะแกรงควรทำความสะอาดโดยการใช้แปรงขัดถู และกรณีที่ใช้ Rotary drum screen ควรใช้น้ำร้อนเป็นน้ำล้างทำความสะอาด





รูปที่ 5-1 รูปแบบทั่วไปของบ่อดักไขมันหรือน้ำมัน



รูปที่ 5-2. รูปแบบทั่วไปของระบบกำจัดไขมันและน้ำมันแบบ Dissolved Air Floatation

- การใช้สารเคมีเพื่อช่วยให้เกิดการสร้างและรวมตะกอน (Coagulation-Flocculation) จะทำให้ประสิทธิภาพของระบบ DAF สูงขึ้น สารเคมีที่ใช้โดยทั่วไปได้แก่ สารส้ม (Alum) ร่วมกับปูนขาว (Lime) เกลือของเหล็ก และสาร Polyelectrolyte ทั้งนี้การใช้ Fe-salt เช่น $Fe_2(SO_4)_3$ และ $FeCl_3$ เป็น coagulant จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารสูงกว่าการใช้สารส้มร่วมกับปูนขาว ส่วนการใช้ Anionic Polyelectrolyte จะช่วยลดปริมาณตะกอนแขวนลอยขนาดเล็ก (Pin floc) ได้ (Harold R. Jones,1974)

- การใช้สารเคมีอนินทรีย์เป็น Coagulant เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดมลสาร จะทำให้วัสดุเศษเหลือที่แยกได้ (ไขมันและน้ำมันรวมทั้งของแข็งต่าง ๆ) ถูกปนเปื้อนด้วย Al หรือ Fe ซึ่งอาจมีปริมาณสูงจนเป็นอันตรายต่อสัตว์ได้ หากนำวัสดุเศษเหลือส่วนนี้ไปใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์ ดังนั้นในกลุ่มประเทศยุโรปได้เปลี่ยนมาใช้สารจำพวก Organic polymer เช่น Sodium lignosulfonate ซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือจากการผลิต cellulose มาใช้เป็น coagulant แทนสารเคมีอนินทรีย์ ทั้งนี้กรดซัลฟุริกจะปรับ pH ในน้ำเสียให้ลดลงเหลือประมาณ 3 หลังจากนั้น lignosulfonic acid จะเกิดขึ้นและตกตะกอนโปรตีนในน้ำเสีย ขณะเดียวกัน pH ที่เป็นกรดจะทำให้ไขมันรวมตัวกัน ดังนั้นค่าบีโอดีและปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำเสียภายหลังผ่าน DAF จะลดลง ส่วนตะกอนที่แยกได้สามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้

- โรงงานฆ่าสัตว์ในต่างประเทศจะมีการนำกลับโปรตีนในน้ำเสียจากกระบวนการฆ่าสัตว์ปีก ด้วยการปรับ pH ของน้ำเสียใน Concentrator tank และใช้สารจำพวก Polyelectrolyte เป็น Flocculant เพื่อช่วยให้โปรตีนจับตัวเป็นก้อน แล้วทำให้ตะกอนลอยตัวด้วยเครื่องเป่าอากาศ แล้วจึงรวบรวมตะกอนโปรตีนมาปรับสภาพด้วยการเติมเลือดสัตว์ซึ่งทำหน้าที่เป็น Coagulant ใน Conditioning tank ตะกอนที่ได้(40% dry) มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบประมาณ 40-45% (รูปที่ 5-3)

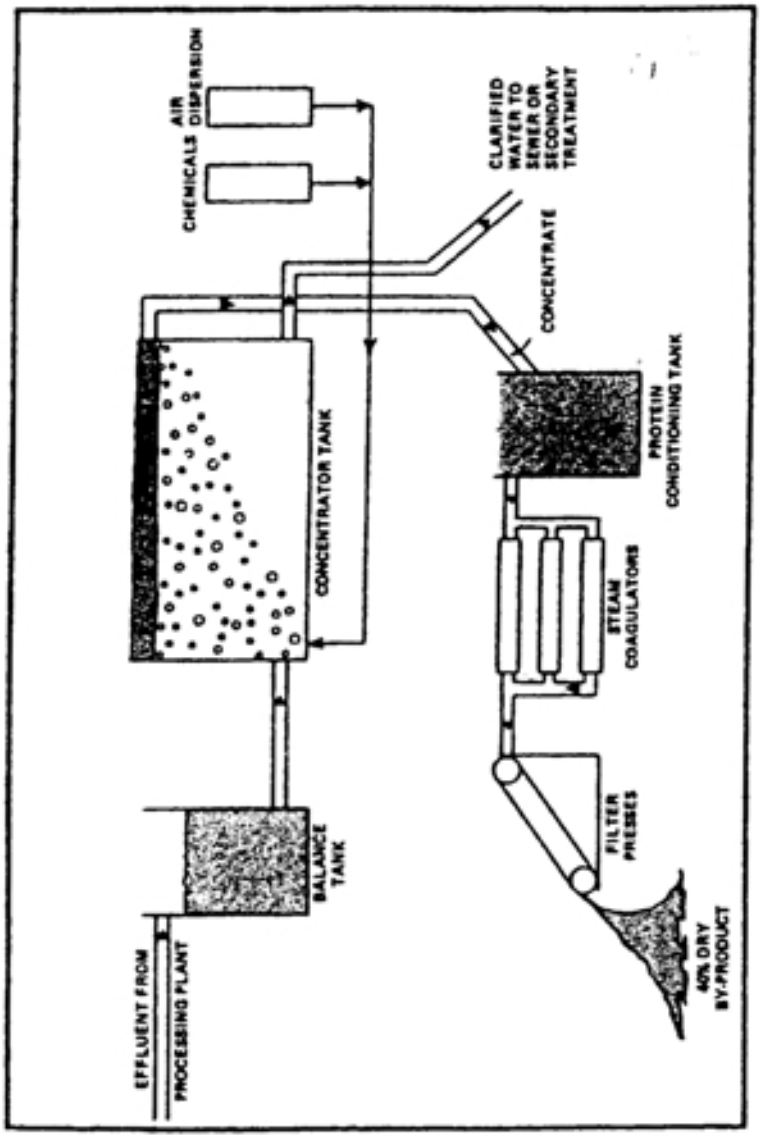
5.2.2 <u>การบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ</u>

น้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์จำเป็นจะต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิซึ่งเป็นระบบบำบัดแบบชีวภาพ ผลการสำรวจโรงงานฆ่าสัตว์ปีกพบว่าระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้งานโดยทั่วไป ได้แก่

- ระบบบ่อหมักที่ติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อผึ่ง
- ระบบบ่อหมักที่ติดตามด้วยบ่อเติมอากาศและบ่อผึ่ง
- ระบบบ่อหมักที่ติดตามด้วยบ่อเติมอากาศและระบบตะกอนเร่ง
- ระบบตะกอนเร่ง

น้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีกเหมาะสมกับวิธีการบำบัดทางชีวภาพ ด้วยเหตุผลดังนี้

- ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย ประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย เช่น คาร์โบไฮเดรท โปรตีน ฟอสฟอรัส และสารอาหารที่จำเป็นต่าง ๆ



Concentrator tank : H_2SO_4 and $CaCO_3$ for pH adjustment

: Flocculant (Polyelectrolyte)

Conditioning tank : blood from slaughtering is coagulant

By product : 40-45 % protein

รูปที่ 5-3 แผนภาพแสดงกระบวนการนำกลับโปรตีนจากน้ำเสียของโรงงานฆ่าสัตว์

- ในน้ำเสียไม่มีการปนเปื้อนของสารที่เป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่ทำงานในระบบ

5.2.2.1 <u>ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ</u> (Anaerobic system)

การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ เป็นการเปลี่ยนสภาพจากสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียไปเป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งประกอบด้วยก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณ 60% ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 30% และอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) โดยมีแบคทีเรียที่อยู่ในระบบจำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นแบคทีเรียที่สามารถผลิตกรดอินทรีย์ (Organic acids) กลุ่มที่ 2 เป็นแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทน (CH_4) จากกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนแรก

เมื่อเปรียบเทียบการบำบัดน้ำเสียโดยระบบไร้อากาศกับระบบมีอากาศ ระบบไร้อากาศมีข้อดีหลายประการ ได้แก่

- ไม่ต้องใช้พลังงานในการดำเนินการสูง
- สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ในปริมาณสูงได้
- มีตะกอนเกิดเพิ่มขึ้นน้อยมาก (น้อยกว่า 0.3 กิโลกรัม ของแข็งทั้งหมดต่อกิโลกรัมบีโอดีที่ถูกกำจัด)

ในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีไร้อากาศจำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1) **ค่าบีโอดี :** ❑ ระบบนี้สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีค่าบีโอดีมากกว่า 3,000มิลลิกรัม/ลิตร
❑ ระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีต่ำกว่า 70%
❑ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่สามารถ ทำให้ค่าบีโอดีของน้ำทิ้งได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งได้

2) ทีเคเอ็น : ❑ ระบบไม่สามารถลดปริมาณของทีเคเอ็นได้

3) ฟอสฟอรัส : ❑ ระบบไม่สามารถลดปริมาณของฟอสฟอรัสได้

4) พีเอช : ❑ ค่า pH ต่ำกว่า 6.0 จะทำให้เกิดก๊าซ H_2S หนีออกจากน้ำ และจะเกิดกลิ่นเหม็นพร้อม ๆ กับมีฝ้าตะกอนลอยเกิดขึ้นมามาก
❑ ในระบบบำบัดแบบถังไร้อากาศที่เป็นระบบปิด หาก pH มากกว่า 7 จะทำให้เกิดตะกอนของแมกนีเซียมแอมโมเนีย-ฟอสฟอรัส (MAP) และจะอุดตันในระบบ

5) อุณหภูมิ : ❑ อุณหภูมิ ที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 35-40^{o}C ซึ่งมีความเหมาะสมกับประเทศไทย แต่ไม่ควรจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

6) เกลือต่าง ๆ : ❑ หากมีปริมาณของ Na^{+}, K^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, NH_4^{+} สูงมากจะมีผลต่อระบบการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยปริมาณที่เหมาะสม ได้แก่

แคลเซี่ยม (Ca)	100-200	มก./ลิตร

แมกนีเซี่ยม (Mg)	75-150	มก./ลิตร
โปแตสเซี่ยม (K)	200-400	มก./ลิตร
โซเดียม (Na)	100-200	มก./ลิตร

7) ค่าความเป็นกรด-ด่าง :

- ❑ ค่าที่เหมาะสมของ Alkalinity จะอยู่ในช่วง 2,000-3,000 มก./ลิตรของ $CaCO_3$
- ❑ ค่า Volatile acids ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 50-500 มก./ ลิตรของ acetic acid

8) ก๊าซ :

- ❑ ปริมาณก๊าซมีเทนเกิดขึ้นประมาณ 0.4 ลบ.ม./กก.ซีโอดีที่ถูกกำจัด
- ❑ เกิดก๊าซมีเทน (CH_4)ประมาณ 60-70%
  ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) ประมาณ30%
  และก๊าซอื่นๆ ในปริมาณน้อย

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่ใช้กันทั่วไปในโรงงานฆ่าสัตว์ปีกและมีความเหมาะสม คือ เป็นบ่อไร้อากาศแบบเปิด (Open-type Anaerobic Pond) สำหรับข้อดีและข้อเสียของการบำบัดน้ำเสียด้วยบ่อไร้อากาศแบบเปิด แสดงดังตารางที่ 5-1

<u>ตารางที่ 5-1</u> ข้อดีและข้อเสียของการบำบัดน้ำเสียด้วยบ่อไร้อากาศแบบเปิด

ข้อดี	ข้อเสีย
1. การก่อสร้างระบบทำได้ง่าย 2. การดำเนินการไม่ซับซ้อนและเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาน้อย	1. ต้องใช้พื้นที่มาก 2. ประสิทธิภาพของระบบควรจำกัดเพียง 50-70% 3. ไม่สามารถเก็บก๊าซชีวภาพได้ 4. มีกลิ่นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และกรดอินทรีย์ถ้าภาระบรรทุกมากเกินไป 5. การทิ้งตะกอนออกไปทำได้ไม่ต่อเนื่อง

5.2.2.2 <u>ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ</u> (Aerobic system)

ระบบบำบัดแบบใช้อากาศเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปมวลชีวภาพโดยการทำงานของจุลินทรีย์หลายประเภท ซึ่งบางชนิดสามารถลดสารประกอบคาร์บอน ในขณะที่บางชนิดสามารถลดสารประกอบไนโตรเจน ดังนั้นในการเลือกชนิดของระบบบำบัดแบบใดจะขึ้นกับลักษณะของน้ำเสียด้วย

การออกแบบและควบคุมระบบบำบัดแบบใช้อากาศจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ต่อไปนี้

1) ค่าบีโอดี :

- ❑ ระบบนี้สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีค่าบีโอดีต่ำกว่า 3,000 มิลลิกรัม/ลิตร

- ❑ ระบบจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีมากกว่า 95% เมื่อควบคุมอัตราส่วนของคาร์บอน/ไนโตรเจน/ฟอสฟอรัสเหมาะสม
- ❑ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจนสามารถทำให้คุณภาพน้ำทิ้งได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งได้

2) **ทีเคเอ็น :** ❑ ระบบสามารถลดปริมาณของทีเคเอ็นได้ โดยกระบวนการ Nitrification และ Denitrification

3) **ฟอสฟอรัส :** ❑ ระบบสามารถลดปริมาณของฟอสฟอรัสได้

4) **พีเอช :** ❑ ระบบนี้สามารถปรับ pH ได้ด้วยตัวเองในกรณีที่มีกรดอินทรีย์เข้ามาเกี่ยวข้อง

5) **อุณหภูมิ :** ❑ อุณหภูมิ ที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 35-40^{o}C ซึ่งมีความเหมาะสมกับประเทศไทยมาก แต่ไม่ควรจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

6) **เกลือต่าง ๆ :** ❑ ปริมาณของ Na^{+} , K^{+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^{+} จะไม่มีผลต่อระบบการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

7) **มวลชีวภาพ :** ❑ ปริมาณตะกอนส่วนเกินขึ้นกับปริมาณความสกปรกในน้ำเสีย โดยประมาณ 0.2-0.5 กก./กก.บีโอดีที่ถูกกำจัด

8) **ก๊าซ :** ❑ ในระบบบำบัดที่ใช้อากาศปริมาณของก๊าซออกซิเจนที่ต้องการอยู่ระหว่าง 1-3.5 กก. ออกซิเจน/กก.บีโอดี

สำหรับรายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศแต่ละชนิด มีดังนี้

1. ***<u>ระบบบ่อตามธรรมชาติ</u> (Stabilization Pond)***

<u>บ่อกึ่งไร้อากาศ</u>

สภาวะช่วงบนของบ่อจะเป็นแบบมีออกซิเจน โดยรับออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย ส่วนบ่อช่วงล่างซึ่งแสงแดดส่องไม่ถึง และมีปริมาณออกซิเจนน้อยหรือไม่มีจะอยู่ในสภาวะแบบไร้ออกซิเจนซึ่งจุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์และะแปรสภาพเป็นก๊าซต่าง ๆ ในลักษณะเดียวกับบ่อไร้อากาศ แต่ก๊าซที่ลอยขึ้นมาจะถูกออกซิไดส์โดยออกซิเจนที่อยู่ช่วงบนของบ่อ ทำให้กลายเป็นก๊าซที่ไม่มีกลิ่นเหม็น (โดยทั่วไปบ่อกึ่งไร้อากาศจะมีความลึก 1.0-1.5 เมตร)ในทางปฏิบัติพบว่าโรงงานส่วนใหญ่จะใช้เป็นระบบที่บำบัดน้ำเสียต่อจากระบบบ่อไร้อากาศหรือบ่อหมัก

<u>บ่อผึ่ง</u> (Oxidation Pond)

มีความลึกประมาณ 0.5-1.0 เมตร ดังนั้น แสงแดดจึงส่องทะลุตลอดความลึกของบ่อ ทำให้สาหร่ายเติบโตได้ดีและสังเคราะห์แสงให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์ในบ่อ อีกทั้งมีออกซิเจนถ่ายเทที่ผิวน้ำ น้ำในบ่อจึงอยู่ในสภาวะมีอากาศ เนื่องจากความสามารถในการให้ออกซิเจนของระบบนี้มีจำกัด ทำให้ต้องใช้อัตราบรรทุกเชิงปริมาตรค่อนข้างต่ำ (ประมาณ 20 กรัมบีโอดีต่อตารางเมตรต่อวัน)

จึงต้องใช้พื้นที่มากในการก่อสร้างระบบ อีกทั้งน้ำที่ออกจากบ่อจะมีสาหร่ายปะปนสูง จึงต้องมีบ่อผึ่งและบ่อบ่มไว้รองรับ

2. <u>ระบบบ่อเติมอากาศ</u> (Aerated Lagoon)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่จุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ โดยทั่วไปบ่อมีความลึกประมาณ 2.5-4.0 เมตร ระบบบ่อเติมอากาศมีความต้องการใช้พื้นที่น้อยกว่าระบบบ่อตามธรรมชาติมาก ระบบบ่อเติมอากาศแบ่งเป็น 2 แบบ แบบแรกเป็นแบบที่มีการผสมอย่างสมบูรณ์ เครื่องเติมอากาศในบ่อนี้จะมีกำลังเพียงพอให้ตะกอนทั้งหมดแขวนลอยอยู่ได้ จึงไม่มีการตกตะกอนจมก้นบ่อ และมีก๊าซออกซิเจนทั่วถึงตลอดความลึก ส่วนแบบที่สองเป็นแบบผสม เครื่องเติมอากาศในบ่อนี้จะให้ออกซิเจนพอเพียงกับน้ำในบ่อ แต่ไม่มากพอที่จะให้ตะกอนแขวนลอยอยู่ได้ทั้งหมด ตะกอนบางส่วนจะจมลงและเกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศ ดังนั้นส่วนล่างของบ่อจะอยู่ในสภาวะไร้อากาศ ส่วนด้านบนซึ่งมีออกซิเจนเพียงพอจะอยู่ในสภาวะใช้อากาศ

3. <u>ระบบตะกอนเร่ง</u> (Activated Sludge Process)

ในระบบตะกอนเร่ง กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วโดยอาศัยจุลินทรีย์จำนวนมากที่แขวนลอยอยู่ในน้ำตะกอนของถังเติมอากาศ และต้องควบคุมความเข้มข้นของจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม โดยการย้อนกลับจุลินทรีย์บางส่วนที่ตกตะกอนในถังตกตะกอน ในขณะที่ตะกอนจุลินทรีย์ส่วนเกินจะถูกนำไปกำจัด เช่น ผ่านการย่อยสลายหรือนำไปตากแห้ง น้ำใสส่วนบนที่ไหลล้นออกจากถังตกตะกอนจะได้มาตรฐานสามารถระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้

ระบบตะกอนเร่งจะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพได้ ก็ต่อเมื่อสภาวะแวดล้อมในถังเติมอากาศเหมาะสมต่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์ (แบคทีเรีย) กล่าวคือ

- ปริมาณออกซิเจนในน้ำตะกอนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 มก./ลิตร ถ้าต่ำกว่านี้ แบคทีเรียชนิดเส้นใยจะเพิ่มจำนวนมากขึ้น ทำให้ตะกอนเกาะกันได้ยาก น้ำทิ้งจะขุ่น
- ต้องมีอาหารเสริมเพียงพอ ที่สำคัญได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในอัตราส่วน BOD : N : P = 100 : 5 : 1 ถ้าอาหารเสริมไม่เพียงพอ จะมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ในถังเติมอากาศ เช่น การขาดไนโตรเจน ราจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรีย ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์จมตัวได้ยาก เป็นต้น
- ค่า pH จะต้องอยู่ในช่วง 6.5-9.0 ถ้า pH ต่ำกว่า 6.5 จะมีราเกิดขึ้นมาก แต่ถ้า pH สูงเกินไป จุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ช้า
- อุณหภูมิไม่ควรเกิน 40°C

ระบบตะกอนเร่งมีหลายรูปแบบ ซึ่งเกิดจากการวิจัยพัฒนาระบบมาอย่างต่อเนื่อง โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน ประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียและการควบคุมดูแลระบบ สำหรับระบบตะกอนเร่งรูปแบบที่ใช้งานกันมาก ได้แก่

Conventional Activated Sludge

ลักษณะทางชลศาสตร์ในถังเติมอากาศจะเป็นแบบ Plug Flow น้ำทิ้งและตะกอนจุลินทรีย์ที่หมุนเวียนกลับมาใช้จะไหลเข้าทางตอนหัวของถังเติมอากาศ ใช้เวลาในการเติมอากาศประมาณ 6 ชั่วโมง ปริมาณตะกอนหมุนเวียนประมาณ 25%-50% ของปริมาณน้ำทิ้ง เนื่องจากการไหลเป็นแบบ Plug Flow ทำให้ค่าบีโอดีสูงสุดตรงหัวถังเติมอากาศและค่อย ๆ ลดลงตามความยาวของถัง ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียจึงมีค่าสุงสุดที่ตรงหัวถัง และค่อย ๆ ลดลงตามความยาวของถังเช่นกัน ส่วนอัตราการเติมออกซิเจนนั้น จะมีค่าคงที่ตลอดความยาวของถังเติมอากาศ

เพื่อให้การใช้ออกซิเจนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปจึงออกแบบให้อัตราการเติมออกซิเจนสอดคล้องกับความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรีย (Tapered Aeration)

Step-Aeration

เพื่อไม่ให้ความต้องการออกซิเจนที่หัวถังเติมอากาศมากจนเกินไป ในระบบ AS แบบนี้ น้ำทิ้งจะถูกแบ่งระบายเข้าถังอากาศหลายจุด นอกจากจะทำให้การใช้ออกซิเจนมีประสิทธิภาพสูงขึ้นแล้วยังทำให้ค่า F/M สม่ำเสมอตลอดถังเติมอากาศด้วย วิธีนี้ใช้กันแพร่หลายในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ AS แบบธรรมดา

High-Rate

หลักการเหมือนแบบธรรมดา แต่ต่างกันตรงที่ใช้เวลาในการเติมอากาศสั้นมากประมาณ 1.5-3 ชั่วโมง และค่า MLSS ในถังเติมอากาศต่ำมากเพียง 200-500 มก./ล. เมื่อเทียบกับค่า MLSS ที่เกินกว่า 1,500 มก./ล. ในระบบ AS แบบอื่น ๆ ดังนั้นค่า F/M จึงสูงมาก ทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียอยู่ในช่วงระหว่าง Log Growth Phase และ Declining Growth Phase แบคทีเรียจึงทำลายบีโอดีได้รวดเร็ว แต่การตกตะกอนของตะกอนจุลินทรีย์ไม่ดีจึงทำให้น้ำทิ้งขุ่น ระบบนี้มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ต่ำคือประมาณ 60-70% ระบบ High-Rate AS จึงเหมาะสำหรับกำจัดน้ำทิ้งที่มีค่าบีโอดีต่ำ

Biosorption หรือ Contact Stabilization

ระบบนี้อาศัยหลักการที่ว่า การลดของค่าบีโอดีในระบบ AS นั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกเกิดขึ้นในช่วงเวลา 20-40 นาทีแรก เมื่อน้ำทิ้งผสมกับตะกอนจุลินทรีย์ สารอินทรีย์ในน้ำทิ้งก็จะถูกแบคทีเรียดูดซึมเข้าไว้ในเซลล์อย่างรวดเร็ว ระยะที่สอง แบคทีเรียจะปล่อยน้ำย่อยออกมาทำลายสารอินทรีย์ที่ดูดซึมไว้ สารอินทรีย์บางส่วนจึงละลายกลับออกมาในน้ำทิ้งอีก ทำให้ค่าบีโอดีกลับเพิ่มสูงขึ้น จากนั้นแบคทีเรียก็จะทำลายสารอินทรีย์ต่อไป จึงทำให้ค่าบีโอดีลดลง

ในระบบ AS แบบทั่ว ๆ ไป การลดของค่าบีโอดีทั้งสองระยะนี้เกิดขึ้นในถังเติมอากาศเดียวกัน แต่สำหรับระบบ Contact Stabilization จะออกแบบให้ทั้งสองระยะแยกจากกัน โดยใช้ถังเติมอากาศสองถัง โดยน้ำทิ้งจะถูกระบายมาเข้าถังเติมอากาศถังแรกเรียกว่า Contact Tank ซึ่งมีค่า MLSS สูงกว่า 4,000 มก./ล. ใช้เวลาเติมอากาศนาน 30-90 นาที เพื่อให้แบคทีเรียดูดซึมสารอินทรีย์ จากนั้นนำ Mixed Liquor มาตกตะกอนแยกตะกอนจุลินทรีย์ออก แล้วนำตะกอนจุลินทรีย์ซึ่งดูดซึมสารอินทรีย์ไว้แล้วไปเข้าถังเติมอากาศถังที่สองเรียกว่า Reaeration Tank เพื่อให้แบคทีเรียทำลายบีโอดีที่ดูดซึมไว้ ใช้เวลาในการเติมอากาศนานประมาณ 3-6 ชั่วโมง จนแบคทีเรียพร้อมที่จะดูดซึมสารอินทรีย์อีกครั้ง จึงนำตะกอนจุลินทรีย์กลับไปเข้า Contact Tank

ข้อดีของระบบ Contact Stabilization คือ สามารถลดค่าก่อสร้างลงได้ เนื่องจากใช้ถังเติมอากาศที่มีปริมาตรน้อยกว่าถังเติมอากาศในระบบ AS แบบอื่น ๆ ส่วนแบบ Contact Stabilization เหมาะสำหรับกำจัดน้ำทิ้งที่สารอินทรีย์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอนุภาคคอลลอยด์ที่แบคทีเรียดูดซึมได้ง่าย

Complete Mix

ลักษณะทางชลศาสตร์ของระบบนี้เป็นแบบ Complete Mix คือ ออกแบบให้น้ำทิ้งและตะกอนจุลินทรีย์ไหลเข้าถังเติมอากาศสม่ำเสมอตลอดถัง เพื่อให้ Mixed Liquor ในถังเติมอากาศเป็นเนื้อเดียวกันหมด(homogeneous) ทำให้ความต้องการออกซิเจนและอัตราการเติมออกซิเจนเท่ากันทุกจุด ระบบนี้จึงมีเสถียรภาพต่อ Shock loads สูงมาก และสามารถกำจัดน้ำทิ้งที่มีค่าบีโอดีสูงประมาณ 5,000-10,000 มก./ล. ได้

Extended Aeration

ระบบนี้ออกแบบให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียอยู่ใน Endogeneous Phase จึงใช้ค่า F/M ต่ำและเวลาในการเติมอากาศนานมาก เพื่อให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสูงและต้องการให้ตะกอนจุลินทรีย์ส่วนเกินที่ต้องแยกออกมากำจัดมีน้อยที่สุด เพราะต้องการลดค่าก่อสร้างระบบกำจัดตะกอนส่วนเกิน แต่เนื่องจากระยะเวลาในการเติมอากาศนานมาก ถังเติมอากาศจึงต้องมีขนาดใหญ่ ถ้าปริมาณน้ำทิ้งมีมากแล้ว ผลที่ได้จากการใช้แบบ Extended Aeration เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดตะกอนส่วนเกินจะไม่คุ้มกับผลเสียที่เกิดขึ้นจากการที่ต้องใช้ถังเติมอากาศขนาดใหญ่ ในสหรัฐอเมริกาพบว่าระบบแบบนี้เหมาะสำหรับกำจัดน้ำทิ้งประมาณไม่เกิน 1 ล้านแกลลอน/วัน (3,785 $ม^3$/วัน)

Oxidation-Ditch

ระบบแบบนี้โดยแท้จริงแล้วเป็นระบบ Extended Aeration AS แต่แทนที่จะใช้ถังเติมอากาศเป็นถังลึก 3-4 เมตร รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเหมือนระบบ AS แบบอื่น ๆ จะใช้คูรูปวงรีลึกเพียง 1.50 เมตรแทนถังเติมอากาศ เพื่อต้องการให้การก่อสร้างง่าย ดังนั้น Oxidation Ditch จึงใช้พื้นที่มากกว่าระบบ AS แบบอื่น ๆ เหมาะสำหรับกำจัดน้ำทิ้งปริมาณไม่มากนัก และที่ดินราคาไม่แพงเกินไป

Pure Oxygen

เป็นระบบ AS ที่ใหม่ที่สุดโดยใช้ก๊าซออกซิเจนอัดลงไปใน Mixed-Liquor โดยตรงแทนที่จะใช้อากาศ ทำให้แบคทีเรียเจริญเติบโตได้เร็วยิ่งขึ้น ตะกอนจุลินทรีย์จมตัวได้ดีมาก และระบบกำจัดสามารถทำงานที่มีค่า F/M สูงได้ ทำให้สามารถลดขนาดของถังเติมอากาศได้

Sequencing Batch Reactor

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ถังเติมอากาศเพียงถังเดียวสามารถทำหน้าที่ทั้งการเติมอากาศเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ และทำหน้าที่แยกตะกอนด้วยการตกตะกอนภายในถังเดียวกันนี้ เป็นระบบที่ปล่อยให้น้ำเสียไหลเข้าถังที่มีตะกอนอยู่ภายในถังแล้วและกำลังเติมอากาศอยู่ หลังจากนั้นจะหยุดเติมอากาศทำให้ตกตะกอน จะได้น้ำใสส่วนบนที่สามารถปล่อยทิ้งออกได้ เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการบำบัด จากนั้นสามารถนำน้ำเสียชุดใหม่เข้ามาบำบัดต่อไป และเพื่อให้การดำเนินการบำบัดน้ำเสียได้อย่างต่อเนื่อง อาจมีถังบำบัดน้ำเสีย 2 ถัง ขึ้นไปทำงานสลับกันไป และระบบนี้ยังสามารถกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ระดับหนึ่งและยังพบว่าระบบนี้จะป้องกันการเกิดปัญหาตกตะกอนไม่ดี คือ ปัญหาสลัดจ์อืด (Bulking Sludge) และป้องกันการเกิดฟอง (Foam) ขึ้นจนล้นถังออกมาได้อีกด้วย

4. ระบบโปรยกรอง (Trickling Filters)

ระบบนี้ประกอบด้วยตัวกลางบรรจุอยู่ในถัง เพื่อให้จุลินทรีย์เกาะอยู่ตามผิวตัวกลาง การเติมอากาศจะอาศัยออกซิเจนจากอากาศผสมกับน้ำเสียก่อนที่จะไหลผ่านผิวตัวกลางที่มีจุลินทรีย์เกาะอยู่ ซึ่งมีลักษณะเป็นเมือกหนาพอเพียงที่จะให้ออกซิเจนแทรกซึมเข้าไปได้ น้ำเสียจะถูกนำมาโปรยลงบนผิวหน้าของถังปฏิกิริยา และจะไหลหยด (Trickling) ผ่านตัวกลางลงสู่ก้นถัง ในขณะที่น้ำทิ้งไหลผ่านเมือกจุลินทรีย์รอบตัวกลาง จุลินทรีย์จะดูดซึมสารอินทรีย์ต่าง ๆ เข้าไป ในขณะเดียวกันก็ทำลายสารอินทรีย์ด้วยปฏิกิริยาแบบใช้ออกซิเจน เมือกจุลินทรีย์จึงเติบโตหนาขึ้น จนในที่สุดจุลินทรีย์ชั้นในที่เกาะกับก้อนหินจะตายเนื่องจากขาดอาหาร จึงทำให้เมือกจุลินทรีย์หลุดออกจากก้อนหินปะปนไปกับน้ำทิ้ง น้ำทิ้งที่ระบายออกจากถังปฏิกิริยาจะผ่านไปเข้าถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนเมือกจุลินทรีย์ออก ตะกอนที่แยกออกมาได้ต้องนำไปกำจัดต่อด้วยวิธีการที่เหมาะสม

ระบบนี้มักจะมีระบบให้น้ำล้นไหลเวียนกลับสู่ระบบอีกครั้งเป็นวงจร (Recirculation) เพื่อประโยชน์ต่าง ๆ ดังนี้

1) เพื่อให้น้ำเสียได้ไหลผ่านจุลชีพที่เกาะบนผิวตัวกลางมากกว่าหนึ่งครั้ง ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียดีขึ้น
2) เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเสีย (DO) ที่ไหลเข้าระบบ
3) เพื่อปรับสภาพของน้ำเสียที่อาจมีค่าบีโอดี หรือ pH สูงหรือต่ำเกินไปสำหรับระบบ

4) ช่วยเสริมประสิทธิภาพในการกระจายของน้ำเสียที่ไหลผ่านผิวตัวกลาง ซึ่งมีแนวโน้มช่วยลดปัญหาอุดตันขึ้นในระบบ และลดปัญหาเกี่ยวกับแมลงเกาะตอมได้บ้าง

5) เพื่อให้น้ำไหลผ่านจุลินทรีย์ที่เกาะผิวกลางอยู่ตลอดเวลา แม้จะมีน้ำเสียไหลเข้ามาในบางช่วงน้อยมากก็ตาม ซึ่งป้องกันการเกิดจุลินทรีย์แห้งตายหลุดออกไป

5. <u>ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ</u> (Rotating Biological Contactor, RBC)

RBC อาศัยหลักเกณฑ์คล้ายระบบ Tricking Filter (TF) แต่ทำการปรับปรุงให้ตัวกลาง (ซึ่งเป็นที่ยึดเกาะของแผ่นฟิล์มจุลินทรีย์) สามารถหมุนรอบตัวเองได้ ตัวกลางมีลักษณะเป็นแผ่นทำจากพลาสติกหรือสารสังเคราะห์ชนิดต่าง ๆ เช่น โพลิเอทิลีน (PE), โพลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) และไฟเบอร์กลาส (Fiberglass) เป็นต้น รูปทรงกระบอกประกอบด้วยแผ่นตัวกลางเป็นลอนจัดเรียงติดต่อกันเป็นรูพรุนเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวยึดเกาะแก่เมือกจุลินทรีย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0-3.6 เมตร และตัวกลางนี้จะถูกวางให้จมอยู่ในน้ำเสียส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งจะสัมผัสกับอากาศ

เมื่อผ่านน้ำเสียสู่ถังปฏิกิริยา ตะกอนที่ปะปนมาก็จะตกอยู่สู่ข้างล่างของถัง ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายหรืออยู่ในสภาพแขวนลอย (Colloidal Organic) จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ซึ่งอาศัยออกซิเจนในอากาศเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อการเจริญเติบโตและสร้างเซลล์ใหม่ จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นจะเกาะอยู่บริเวณผิวของตัวกลางซึ่งหมุนรอบตัวเองอย่างช้า ๆ ด้วยความเร็ว 1-2 รอบ/นาที เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นจุลินทรีย์ที่ติดอยู่กับตัวกลางหลุดออกและทำหน้าที่คล้ายเครื่องเติมอากาศ (mechanical aerator)เพราะเมื่อตัวกลางหมุนรอบตัวเองก็จะทำให้ส่วนที่จมอยู่ในน้ำเสียขึ้นมาสัมผัสอากาศรับออกซิเจน เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และเปลี่ยนส่วนที่อยู่ในอากาศลงไปสัมผัสกับน้ำเสียเพื่อให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียสลับกันไป ทำให้สามารถรักษาสภาพการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจนอยู่ได้ตลอดไป เมื่อจุลินทรีย์เจริญเติบโตมากขึ้นเรื่อย ๆ ก็จะเกาะอยู่บริเวณรอบผิวของตัวกลางทำให้แผ่นฟิล์ม (Slime) หนาขึ้นเรื่อย ๆ ขณะที่สภาพของจุลินทรีย์ด้านในที่ติดกับตัวกลางมีความแข็งแรงลดลง เนื่องจากขาดอาหาร มีอายุนาน และอยู่สภาวะไร้ออกซิเจน แผ่นฟิล์มจุลินทรีย์ก็จะหลุดจากตัวกลางตกลงสู่ส่วนล่างของถัง ซึ่งตะกอนจุลินทรีย์จะทับถมกันเป็นจำนวนมากและออกซิเจนไม่สามารถละลายซึมผ่านลงไปถึง ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนบริเวณตอนล่างของถังปฏิกิริยา น้ำเสียส่วนบนจะไหลไปสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนออกไปกำจัดต่อไป

6. <u>การเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ</u>

ระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละประเภทต่างก็สามารถบำบัดให้น้ำทิ้งที่ออกจากระบบมีค่าเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งของทางราชการ แต่ระบบใดจะมีความเหมาะสมมากที่สุดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พื้นที่ เงินลงทุน บุคลากร คุณภาพของน้ำทิ้งที่ต้องการ เป็นต้น ดังนั้นในตารางที่ 5-2 ได้แสดงข้อดี-ข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศแต่ละประเภทไว้ เพื่อประกอบการพิจารณาในเบื้องต้นในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่มีความเหมาะสมของโรงงานแต่ละแห่งได้

5.3 การกำจัดตะกอนส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสีย

จากรายละเอียดเรื่องวิธีการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการฆ่าสัตว์ในหัวข้อ 5.2.1 และ 5.2.2 นั้น จะเห็นได้ว่ามีตะกอนส่วนเกินเกิดขึ้นทั้งในระบบบำบัดแบบไร้อากาศและแบบใช้อากาศ ซึ่งตะกอนส่วนเกินจะมีมากหรือน้อยนั้น ผลส่วนหนึ่งมาจากของแข็งแขวนลอยที่มีอยู่ในน้ำเสียเริ่มต้นที่ไม่สามารถย่อยสลายได้สมบูรณ์และตกจมลงสู่ด้านล่าง

ในระบบบ่อไร้อากาศแบบเปิดหรือบ่อหมัก การกำจัดตะกอนส่วนเกินควรดำเนินการเป็นช่วง ๆ ขึ้นอยู่กับสภาวะของแต่ละโรงงาน โดยส่วนใหญ่โรงงานควรจะขุดลอกบ่อหมักบ่อแรกทุก ๆ 3-5 ปี ส่วนตะกอนส่วนเกินที่อยู่ในถังตกตะกอนขั้นสุดท้ายจะถูกกำจัดออกไปอย่างต่อเนื่อง

กากตะกอนที่เกิดจากระบบบำบัดขั้นทุติยภูมิ จะประกอบด้วยมวลชีวภาพของจุลินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ และมีของแข็งแขวนลอยที่ยากต่อการกำจัดปนเปื้อนในปริมาณน้อย อีกทั้งน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานฆ่าสัตว์ จะไม่มีปัญหาการปนเปื้อนจากโลหะหนักจนส่งผลให้ตะกอนส่วนเกินในบ่อบำบัดมีการสะสมของโลหะหนัก ดังนั้น จึงสามารถนำกากตะกอนส่วนเกินเหล่านี้กลับไปใช้ในพื้นที่เกษตรกรรมในส่วนของการเป็นปุ๋ย (fertilizer) ได้

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในกากตะกอนมีปริมาณของน้ำอยู่สูง ดังนั้นจำเป็นต้องทำให้กากตะกอนมีความเข้มข้นขึ้นด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องรีดตะกอน หรือลานตากตะกอน กากตะกอนที่แห้งพอสมควรแล้วสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยในพื้นที่การเกษตรได้โดยไถพรวนคลุกไปกับดิน

ตารางที่ 5-2 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบบำบัดแบบใช้อากาศประเภทต่าง ๆ

ประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย / ข้อดี-ข้อเสีย	ระบบบ่อธรรมชาติ (OP)	ระบบบ่อเติมอากาศ	ระบบตะกอนเร่ง (AS)	ระบบโปรยกรอง (TF)	ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (RBC)
ข้อดี	1. ไม่ต้องใช้ผู้ควบคุมที่มีความรู้สูง (น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับระบบอื่นๆ) 2. สิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่าระบบอื่น 3. สิ้นเปลืองค่าก่อสร้างน้อย 4. ค่าดำเนินการต่ำที่สุด 5. รับภาระแปรปรวนของความเข้มข้นของบีโอดีได้สูง	1. ไม่ต้องใช้ผู้ควบคุมที่มีความรู้สูง เพราะไม่ต้องควบคุมตะกอนจุลินทรีย์ 2. สิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่าระบบบำบัดอื่นที่ใช้เครื่องจักรกล 3. ก่อสร้างง่ายไม่ต้องสูบตะกอนกลับ 4. มีตะกอนส่วนเกินที่ต้องกำจัดน้อย	1. ระบบมีประสิทธิภาพสูงมากกว่า 90% 2. ใช้พื้นที่น้อยกว่าระบบบ่อเติมอากาศ 3. ไม่มีปัญหาเรื่องกลิ่น 4. คุณภาพน้ำทิ้งได้ตามมาตรฐาน	1. ระบบมีประสิทธิภาพสูงมากกว่า 90% 2. ไม่มีปัญหาเรื่องการตกตะกอนจุลินทรีย์ 3. ไม่ต้องใช้ผู้ควบคุมที่มีความรู้ความชำนาญสูงมาก 4. ประหยัดพลังงานกว่าระบบตะกอนเร่ง เนื่องจากใช้ออกซิเจนจากอากาศที่อยู่ในช่องระหว่างตัวกลาง 5. ทนทานต่อ shock load และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำเสียได้ดี	1. ระบบมีประสิทธิภาพสูงใกล้เคียงกับระบบตะกอนเร่ง 2. ใช้พลังงานน้อยกว่าประมาณครึ่งหนึ่งของระบบตะกอนเร่ง 3. ไม่มีปัญหาเรื่องตะกอนลอย 4. ไม่ต้องใช้ผู้ควบคุมดูแลระบบที่มีความรู้ความชำนาญสูงมาก
ข้อเสีย	1. ใช้พื้นที่มากกว่าระบบอื่น ๆ 2. ประสิทธิภาพการบำบัดต่ำกว่าระบบระบบอื่น ๆ 3. ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ยากกว่า	1. มีตะกอนหลุดออกไปกับน้ำทิ้ง 2. ประสิทธิภาพการบำบัดต่ำ 3. ใช้พื้นที่มาก 4. การบำบัดไม่เท่ากันทุกจุด เพราะออกซิเจนกระจายไม่ทั่วถึง 5. อาจเกิดฟองจากการกวนของเครื่องเติมอากาศ 6. ขอบบ่อและก้นบ่อชำรุดง่ายหากเป็นบ่อดิน	1. เป็นระบบที่ใช้พลังงานสูงกว่าระบบบ่อเติมอากาศ 2. มีตะกอนส่วนเกินที่ต้องกำจัดเป็นประจำ 3. ต้องใช้ผู้ควบคุมระบบที่มีความรู้ความชำนาญ 4. มักมีปัญหาเรื่องการตกตะกอนในถังตกตะกอนสุดท้าย 5. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและดำเนินการสูงกว่าระบบบ่อเติมอากาศ	1. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูงกว่าระบบตะกอนเร่ง 2. ในบางครั้งจะมีกลิ่น 3. เป็นที่เพาะยุงและแมลงซึ่งยังทำให้เกิดการอุดตันของตัวกรองและท่อกระจายน้ำเสียได้ง่าย 4. ตะกอนจุลินทรีย์หนาตากแห้งได้ช้า 5. อากาศและอาหารเป็นข้อกำจัดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่กับตัวกลางบริเวณด้านใน	1. ค่าก่อสร้างสูงกว่าระบบอื่น ๆ 2. หากระบบไม่มีหลังคาคลุมจะเกิดสาหร่ายคลุมผิวหน้าจานทำให้ประสิทธิภาพลดลง 3. ออกซิเจนเป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญของการทำงานของระบบนี้

5.4 ตัวอย่างการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีก

บริษัทที่ปรึกษาได้ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ปีก โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ตามกำลังการผลิต และในแต่ละกลุ่มได้พิจารณาระบบบำบัดที่น่าจะมีความเหมาะสมมากที่สุดภายใต้ปัจจัยต่าง ๆ ของโรงงานประเภทนี้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่มีความคล้ายคลึงกัน แต่จะแตกต่างกันที่ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นต่อวัน ดังนั้น ขั้นตอนการบำบัดจึงเหมือนกันด้วย ในการศึกษานี้จึงยกกรณีตัวอย่างโรงงานที่เป็นตัวแทนของกลุ่มขนาดกลาง คือ มีกำลังผลิต 60,000 ตัว/วัน และกลุ่มขนาดใหญ่ คือ 125,000 ตัว/วัน ทำการออกแบบระบบบำบัด 3 ประเภท ที่เหมือนกันดังนี้

- ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้พื้นที่มาก ได้แก่ ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ (Anaerobic Pond) ติดตามด้วยบ่อกึ่งไร้อากาศ (Facultative Pond) และบ่อบ่ม (Polishing Pond)
- ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้พื้นที่ปานกลาง ได้แก่ ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ (Anaerobic Pond) ติดตามด้วยระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge)
- ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้พื้นที่น้อย ได้แก่ ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge)

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานฆ่าสัตว์ปีกขนาดเล็ก ได้ยกตัวอย่างโรงงานที่มีกำลังการผลิต 200 ตัว/วัน และ 500 ตัว/วัน มี 2 ระบบ คือ

- ระบบ Sequence Batch Reactor
- ระบบถังสำเร็จรูป

5.4.1 ตัวอย่างการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีกขนาดเล็ก

กรณีที่ 1 เมื่อโรงงานมีกำลังการผลิต 200 ตัว/วัน (อัตราการเกิดน้ำเสีย 15 ลิตร/ตัว)

ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ ได้แก่

- ปริมาณน้ำเสีย = 3 ลบ.ม./วัน
- ค่าบีโอดีน้ำเสีย = 600 มิลลิกรัม/ลิตร

กรณีที่ 2 เมื่อโรงงานมีกำลังการผลิต 500 ตัว/วัน (อัตราการเกิดน้ำเสีย 15 ลิตร/ตัว)

ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ ได้แก่

- ปริมาณน้ำเสีย = 7.5 ลบ.ม./วัน
- ค่าบีโอดีน้ำเสีย = 600 มิลลิกรัม/ลิตร

ทั้งนี้ทั้ง 2 กรณีกำหนดค่าบีโอดีน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด = 20 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับรายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละชนิด มีดังนี้

5.4.1.1 <u>ระบบบำบัดแบบ Sequence Batch Reactor</u>

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศที่ไม่ต่อเนื่อง วิธีการทำงานเริ่มจากน้ำเสียจะถูกสูบเข้าถังเติมอากาศซึ่งใช้เวลาในการเติมอากาศ 10 ชั่วโมง ก่อนจะทิ้งให้ตกตะกอนอีก 6 ชั่วโมงและระบายน้ำใส 4 ชั่วโมง โดยรูปแบบการทำงานแสดงดังรูปที่ 5-4 ผลการคำนวณองค์-ประกอบของระบบบำบัดทั้งสองกรณี แสดงดังตารางที่ 5-3 (รายการคำนวณโดยละเอียดนำเสนอในภาคผนวก ง.)

<u>ตารางที่ 5-3</u> สรุปผลการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Sequence Batch Reactor ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีกที่มีกำลังการผลิต 200 และ 500 ตัว/วัน

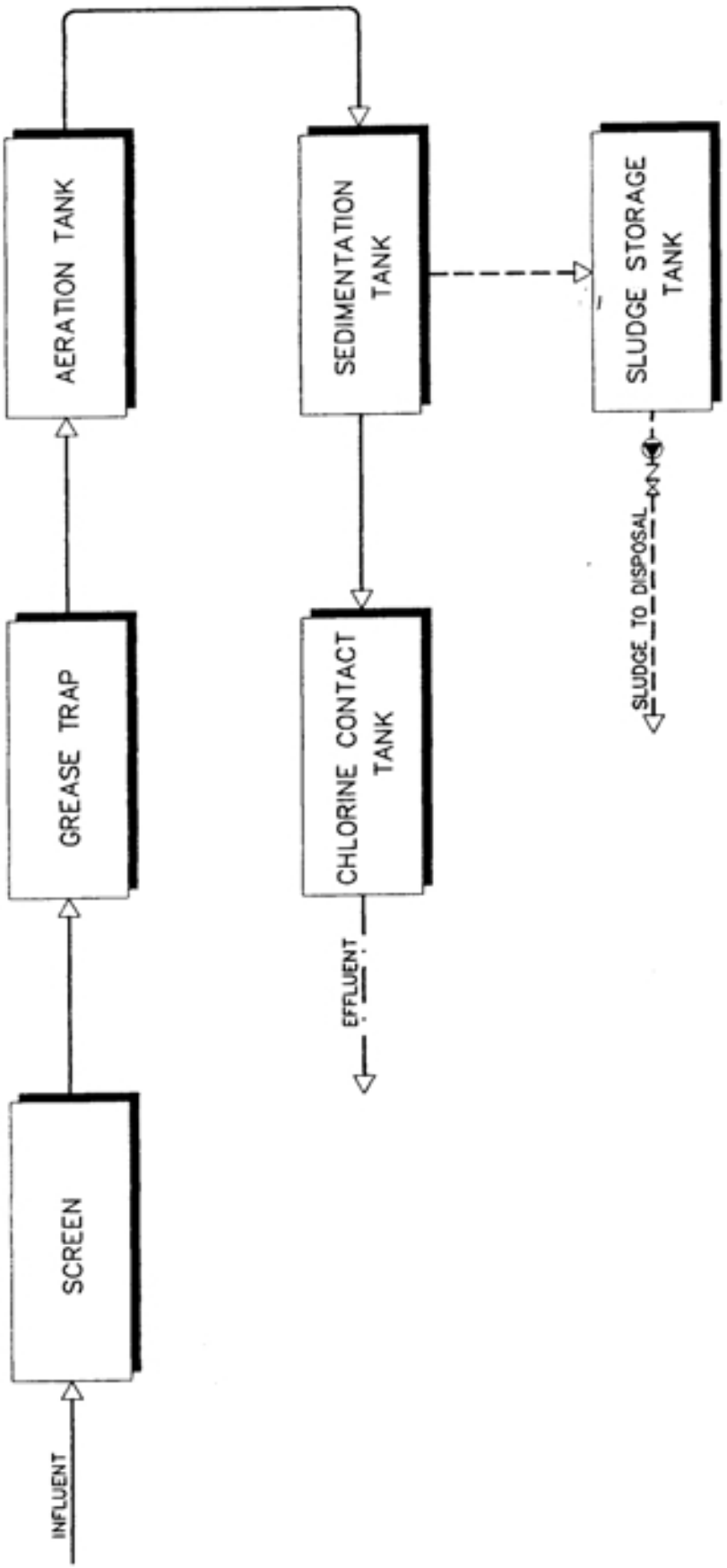
องค์ประกอบของระบบ	ประเภทโรงงาน	
	200 ตัว/วัน	**500 ตัว/วัน**
1. บ่อปรับเสถียรภาพ (Equalization Pond)	$1.5^{W} \times 1.5^{L} \times 2.0^{D} (2.5^{H})$	$1.5^{W} \times 1.5^{L} \times 2.5^{D} (3.0^{H})$
2. Sequence Batch Reactor Equipment	$2^{W} \times 2^{L} \times 2^{D} (2.5^{H})$	$2.5^{W} \times 2.5^{L} \times 2.5^{D} (3.0^{H})$

5.4.1.2 <u>ระบบถังสำเร็จรูป</u>

เป็นระบบบำบัดชนิดเติมอากาศ วิธีการทำงานของระบบเริ่มจากน้ำเสียจะถูกสูบเข้าสู่ตะแกรงกรองดักขยะติดตามด้วยถังดักไขมัน ถังเติมอากาศ และถังฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน ตามลำดับ โดยรูปแบบการทำงานของระบบ แสดงดังรูปที่ 5-5

สำหรับค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีกขนาดเล็กทั้ง 2 กรณี แสดงดังตารางที่ 5-4

รูปที่ 5-4 Flow Diagram และ Hydraulic Profile ของระบบ Sequence Batch Reactor ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีกขนาดเล็ก



รูปที่ 6-5 Flow Diagram ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังสำเร็จรูป
ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีกขนาดเล็ก

ตารางที่ 5-4 สรุปค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ปีกขนาดเล็ก ที่มีกำลังการผลิต 200 และ 500 ตัว/วัน

รายการ	200 ตัว/วัน		500 ตัว/วัน	
	SBR	ถังสำเร็จ	SBR	ถังสำเร็จ
ขนาดของระบบบำบัด (ลบ.ม./วัน)	2.0	2.0	5.0	5.0
ค่าก่อสร้าง : ล้านบาท				
งานโยธาโครงสร้าง (a)	0.070	-	0.100	-
งานอุปกรณ์และเครื่องกล (b)	0.145	-	0.180	-
งานไฟฟ้าและท่อ (c)	0.028	-	0.040	-
ราคาเบื้องต้น (a+b+c)	0.243	-	0.320	-
OVERHRAD+PROFIT 10%	0.0243	-	0.0320	-
ค่าเผื่อขาดเหลือ 10%	0.2670	-	0.0352	-
รวมค่าก่อสร้างทั้งหมด	0.294	0.325	0.3872	0.552
ราคาค่าก่อสร้าง (บาท/ลบ.ม.-วัน)	147,000	162,500	77,440	110,400
ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (O&M) : บาท				
ค่าบำรุงรักษา/เดือน*	500	500	500	500
ค่าไฟฟ้า/เดือน**	5,400	5,400	9,000	9,000
ค่าสารเคมี/เดือน	1,000	2,000	2,000	4,000
ค่าบุคลากร/เดือน	10,000	10,000	10,000	10,000
รวมค่า O&M/เดือน	16,900	17,900	21,500	23,500
ค่า O&M/ปี	202,800	214,800	258,000	282,000
ค่า O&M บาท/ลบ.ม.	282	298	143	156
NPV (i = 12%) ล้านบาท	**1.41**	**1.50**	**1.80**	**2.09**

หมายเหตุ : * ค่าบำรุงรักษาต่อปี 1.5% ของ (a) และ 2% ของ (b+c)

** ค่าไฟฟ้า 3.00 บาท/กิโลวัตต์-ชม.

ระยะเวลาโครงการ 10 ปี

5.4.2 ตัวอย่างการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีกขนาดกลางและขนาดใหญ่

โรงงานขนาดกลาง เมื่อโรงงานมีกำลังการผลิต 60,000 ตัว/วัน

ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ ได้แก่

- ปริมาณน้ำเสีย = 1,200 ลบ.ม./วัน
- ค่าบีโอดีน้ำเสีย = 750 มิลลิกรัม/ลิตร

โรงงานขนาดใหญ่ เมื่อโรงงานมีกำลังการผลิต 125,000 ตัว/วัน

ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ ได้แก่

- ปริมาณน้ำเสีย = 2,500 ลบ.ม./วัน
- ค่าบีโอดีน้ำเสีย = 750 มิลลิกรัม/ลิตร

ทั้งนี้ทั้ง 2 กรณีกำหนดค่าบีโอดีน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด = 20 มิลลิกรัม/ลิตร

สำหรับค่าคงที่ต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ปีก ได้เลือกใช้ค่าที่ได้จากการพิจารณาร่วมกันระหว่างค่าตามทฤษฎีและค่าที่เป็นผลจากการสำรวจภาคสนามดังแสดงในตารางที่ 5-5 ทั้งนี้รายละเอียดที่มาของค่าคงที่จากการสำรวจภาคสนามแสดงในภาคผนวก ฉ.

ตารางที่ 5-5 การเปรียบเทียบค่าคงที่เพื่อใช้ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ปีก

ระบบบำบัดน้ำเสีย	ค่าคงที่	ค่าทางทฤษฎี	ค่าจากภาคสนาม	ค่าที่เลือกใช้
Anaerobic Pond	VLR (kg BOD/m^3-d)	0.15-0.04 [1]	0.30	0.30
Facultative Pond	SLR (kg BOD/ha-d)	380 [2]	356	บ่อแรก 380 บ่อสอง 300
Aerated Lagoon	K (d^{-1})	0.5-3.0 [3]	2.3	บ่อแรก 2.0 บ่อสอง 1.5
Activated Sludge	F/M (d^{-1})	0.02-0.4 [1]	0.31, 0.25	0.2
	MLVSS (mg/l)	1,500-3,000 [1]	1,000และ 3,000	2,400 และ 2,800

หมายเหตุ :
1 Metcalf & Eddy
2 Mc.Garry & Pescod
3 W.Wesley Eckenfelder,Jr.

5.4.2.1 ระบบบำบัดแบบบ่อไร้อากาศติดตามด้วยบ่อกึ่งไร้อากาศและบ่อบ่ม

รูปแบบขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดชนิดนี้แสดงดังรูปที่ 5-6 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ น้ำเสียจะไหลรวมกันมาตามท่อระบายน้ำซึ่งปลายท่อจะมีตะแกรงกรองละเอียด หลังจากนั้นน้ำเสียจะไหลเข้าสู่บ่อดักไขมันแล้วไหลลงสู่บ่อสูบ ซึ่งจะสูบส่งน้ำเสียไปยังบ่อไร้อากาศหรือบ่อหมักบ่อที่ 1 บ่อที่ 2 และบ่อที่ 3 และเข้าสู่บ่อกึ่งไร้อากาศหรือบ่อกึ่งหมักจำนวน 3 บ่อ แล้วจึงไหลเข้าสู่บ่อบ่มที่มีอีกจำนวน 3 บ่อ ผลการคำนวณองค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 2 กรณี แสดงดังตารางที่ 5-6 (รายการคำนวณโดยละเอียดนำเสนอในภาคผนวก ง.)

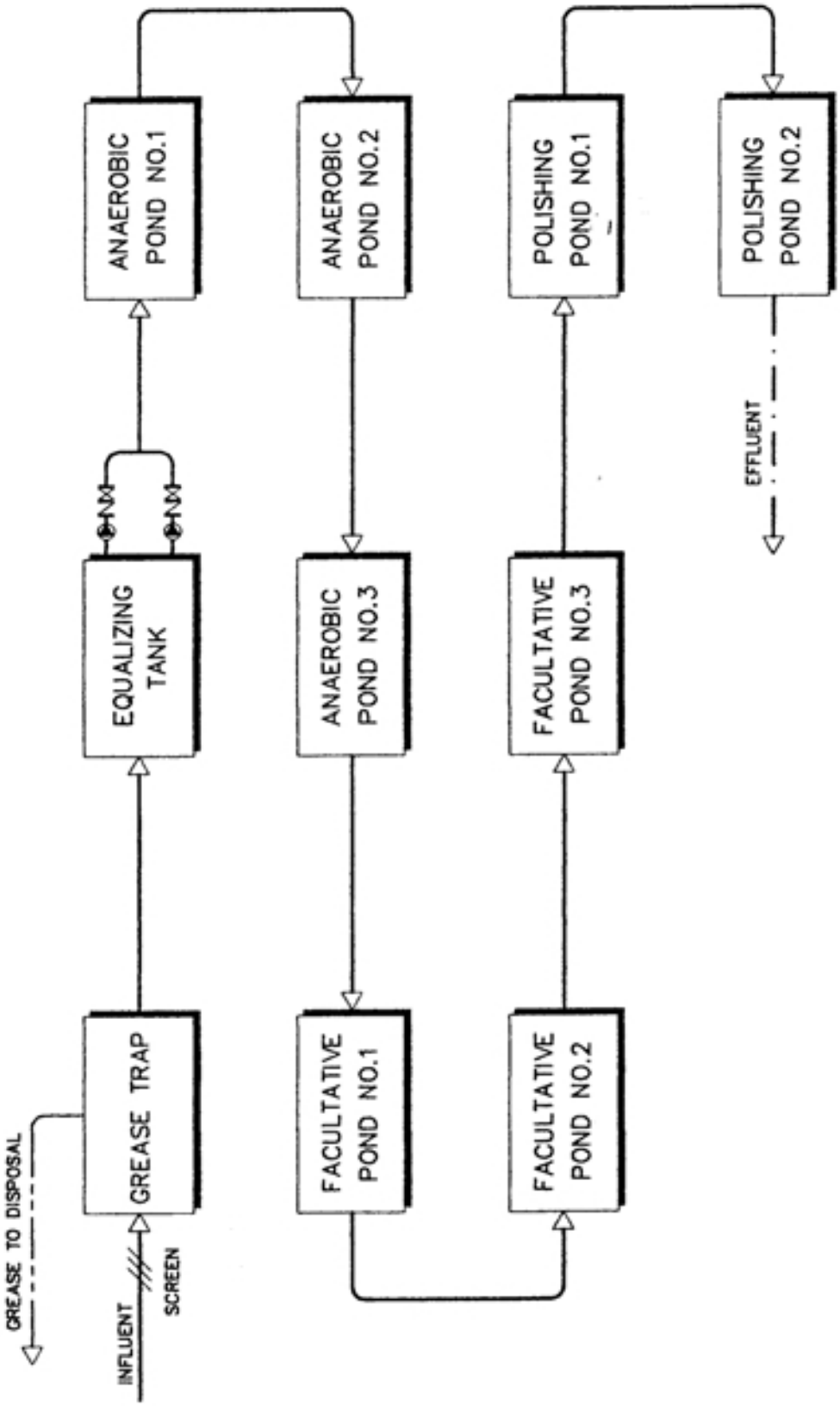
5.4.2.2 <u>ระบบบำบัดแบบบ่อไร้อากาศติดตามด้วยระบบตะกอนเร่ง</u>

รูปแบบขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียชนิดนี้แสดงดังรูปที่ 5-7 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ น้ำเสียจะถูกรวบรวมมาตามท่อระบายน้ำซึ่งปลายท่อจะมีตะแกรงกรองละเอียด แล้วจึงไหลเข้าสู่บ่อดักไขมันและบ่อสูบตามลำดับ หลังจากลงบ่อสูบแล้วน้ำเสียจะถูกสูบส่งเข้าสู่บ่อหมักที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากบ่อหมักที่ 3 น้ำเสียจะถูกสูบเข้าสู่ระบบตะกอนเร่ง ซึ่งได้แก่ ถังเติมอากาศระยะหนึ่งแล้วจึงไหลเข้าสู่ถังตกตะกอน เพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำทิ้ง ตะกอนส่วนหนึ่งจะถูกนำกลับเข้าสู่ถังเติมอากาศในขณะที่น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลออกสู่ภายนอก ผลการคำนวณองค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 2 กรณี แสดงดังตารางที่ 5-7 (รายการคำนวณโดยละเอียดนำเสนอในภาคผนวก ง.)

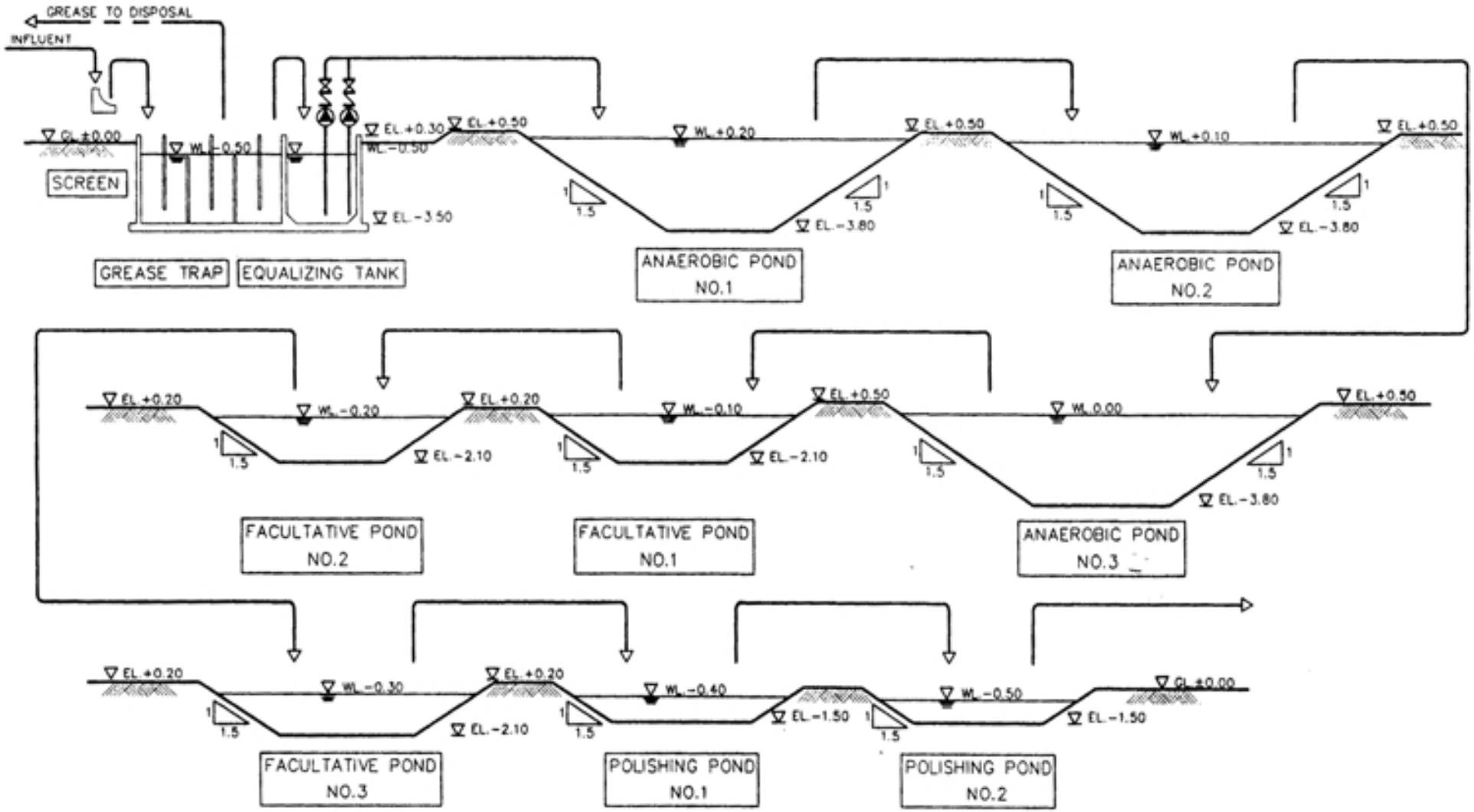
5.4.2.3 <u>ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง</u>

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดนี้ ประกอบด้วย ถังเติมอากาศที่มีจุลินทรีย์จำนวนมาก (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียทำให้น้ำมีความสกปรกลดลง น้ำเสียจะถูกเติมอากาศอยู่ในถังนี้เป็นเวลาหลายชั่วโมงแล้วจึงไหลเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนออกจากน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว รูปแบบขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดชนิดนี้แสดงดังรูปที่ 5-8 ผลการคำนวณองค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 2 กรณี แสดงดังตารางที่ 5-8 (รายการคำนวณโดยละเอียดนำเสนอในภาคผนวก ง.)

สำหรับค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีก โดยเฉพาะค่าอุปกรณ์เครื่องจักรและค่าเดินระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 ระบบของโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่ สรุปได้ดังตารางที่ 5-9 ถึง 5-10



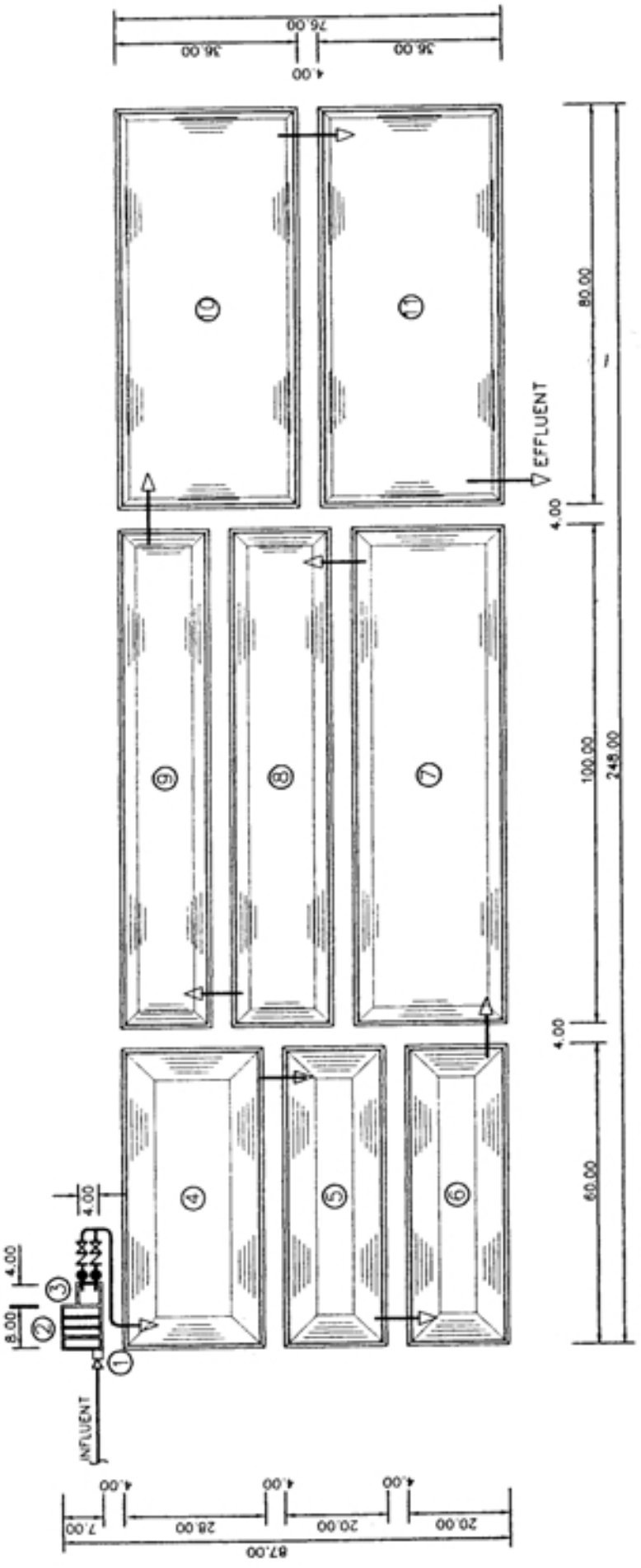
รูปที่ 5-6 (ก) Flow Diagram ระบบบำบัดน้ำเสีย (ขนาดพื้นที่มาก)
ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก (60,000 และ 125,000 ตัว/วัน)



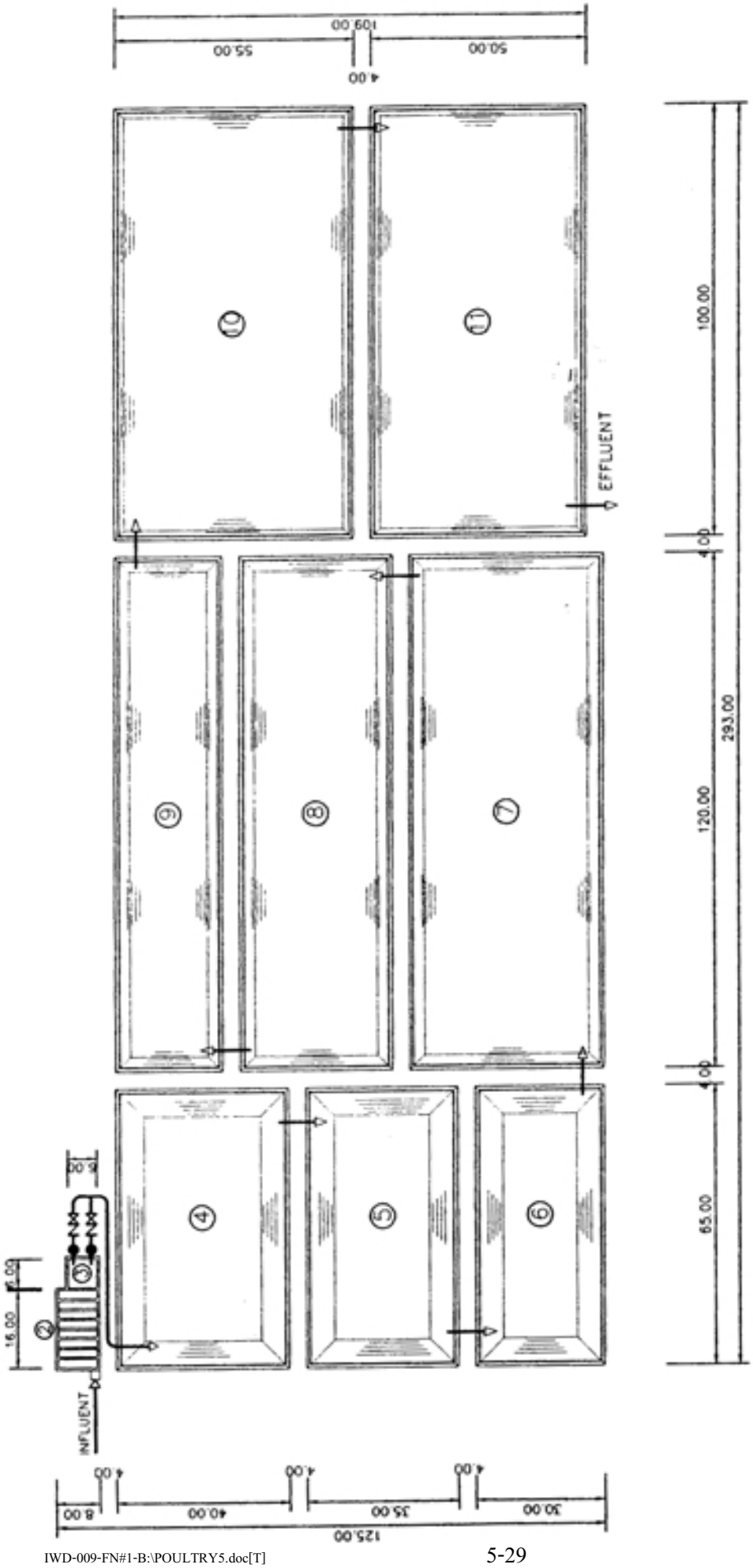
รูปที่ 5-6 (ข) Hydraulic Profile ระบบบำบัดน้ำเสีย (ขนาดพื้นที่มาก)
ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก (60,000 และ 125,000 ตัว/วัน)

SCALE V = 1 : 250
H = NOT TO SCALE

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



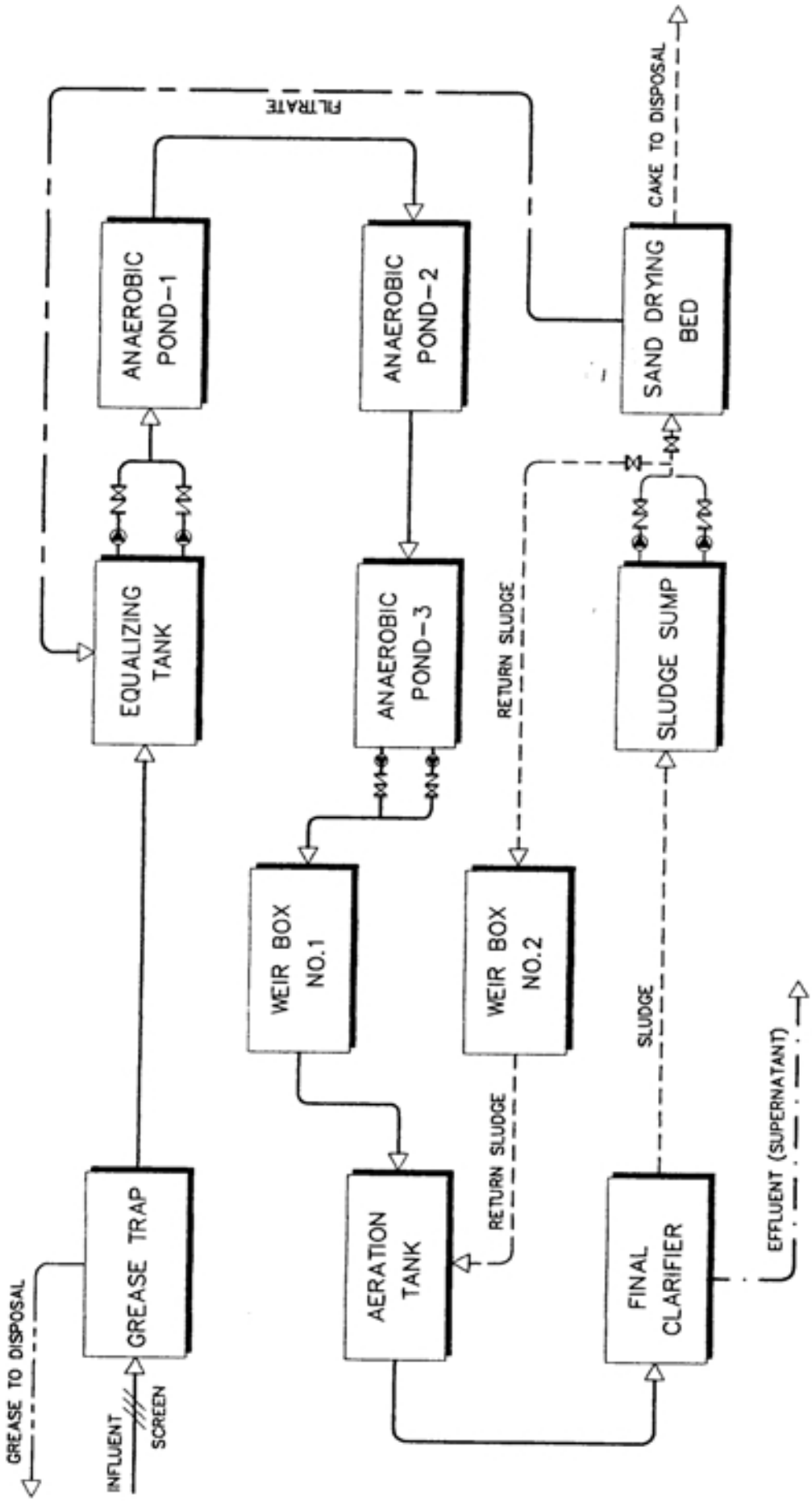
รูปที่ 5-6 (ค) Plant Lay-out ระบบบำบัดน้ำเสีย (ขนาดพื้นที่มาก)
ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก (60,000 ตัว/วัน)



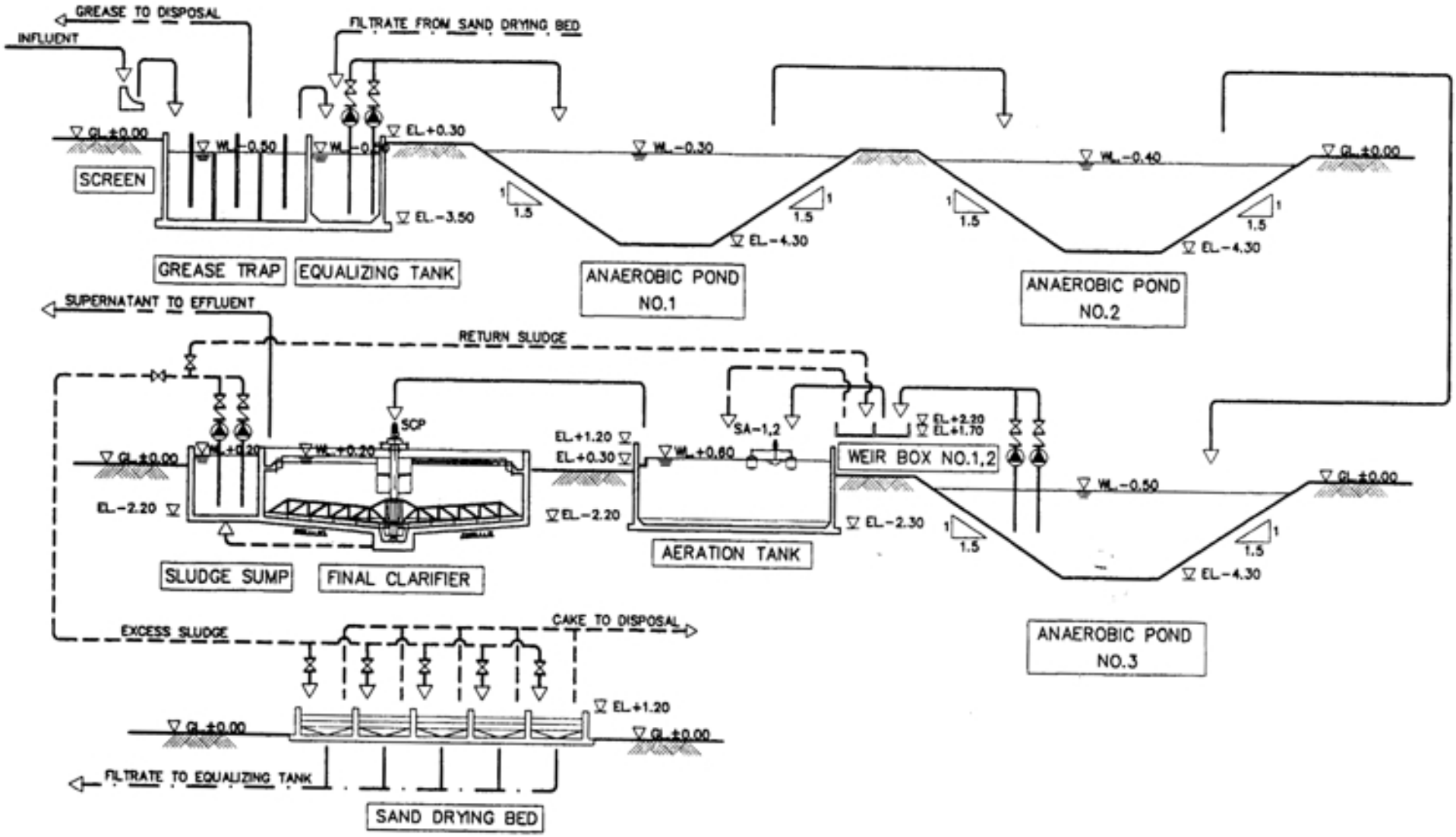
รูปที่ 5-6 (ง) Plant Lay-out ระบบบำบัดน้ำเสีย (ขนาดพื้นที่มาก)
ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก (125,000 ตัว/วัน)

ตารางที่ 5-6 สรุปผลการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้พื้นที่มากของโรงงานฆ่าสัตว์ปีกขนาดกลาง (กำลังผลิต 60,000 ตัว/วัน) และขนาดใหญ่ (กำลังผลิต 125,000 ตัว/วัน)

องค์ประกอบของระบบบำบัด	โรงงานขนาดกลาง (กำลังผลิต 60,000 ตัน/วัน)					โรงงานขนาดใหญ่ (กำลังผลิต 125,000 ตัน/วัน)				
อัตราไหล (ลบ.ม./วัน)	1,200					2,500				
ปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดี (กก./วัน)	900					1,875				
	UNIT	**WIDTH (m.)**	**LENGTH (m.)**	**DEPTH (m.)**	**SF. AREA (m^2)**	**UNIT**	**WIDTH (m)**	**LENGTH (m)**	**DEPTH (m)**	**SF. AREA (m^2)**
ตะแกรงละเอียด	1									
บ่อดักไขมัน	1	7	8	3.0	56	1	8	16	3.0	128
บ่อไร้อากาศบ่อที่ 1	1	28	60	4.0	1,680	1	40	65	4.0	2,600
บ่อไร้อากาศบ่อที่ 2	1	20	60	3.9	1,200	1	35	65	3.9	2,275
บ่อไร้อากาศบ่อที่ 3	1	20	60	3.8	1,200	1	30	65	3.8	1,950
บ่อกึ่งไร้อากาศบ่อที่ 1	1	30	100	2.0	3,000	1	45	120	2.0	5,400
บ่อกึ่งไร้อากาศบ่อที่ 2	1	20	100	1.9	2,000	1	35	120	1.9	4,200
บ่อกึ่งไร้อากาศบ่อที่ 3	1	18	100	1.8	1,800	1	25	120	1.8	3,000
บ่อผึ่งบ่อที่ 1	1	36	80	1.1	2,880	1	55	100	1.1	5,500
บ่อผึ่งบ่อที่ 2	1	36	80	1.0	2,880	1	50	100	1.0	5,000
พื้นที่การบำบัด (ตร.ม.)	16,640					29,925				
พื้นที่การบำบัด (ไร่)	10.40					18.70				
พื้นที่ระบบบำบัด (ไร่)	13.75					23.28				
อัตราไหล : พื้นที่ (ลบ.ม./วัน:ไร่)	87.27					107.39				
ปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดี : พื้นที่ (กก./วัน:ไร่)	65.45					80.54				



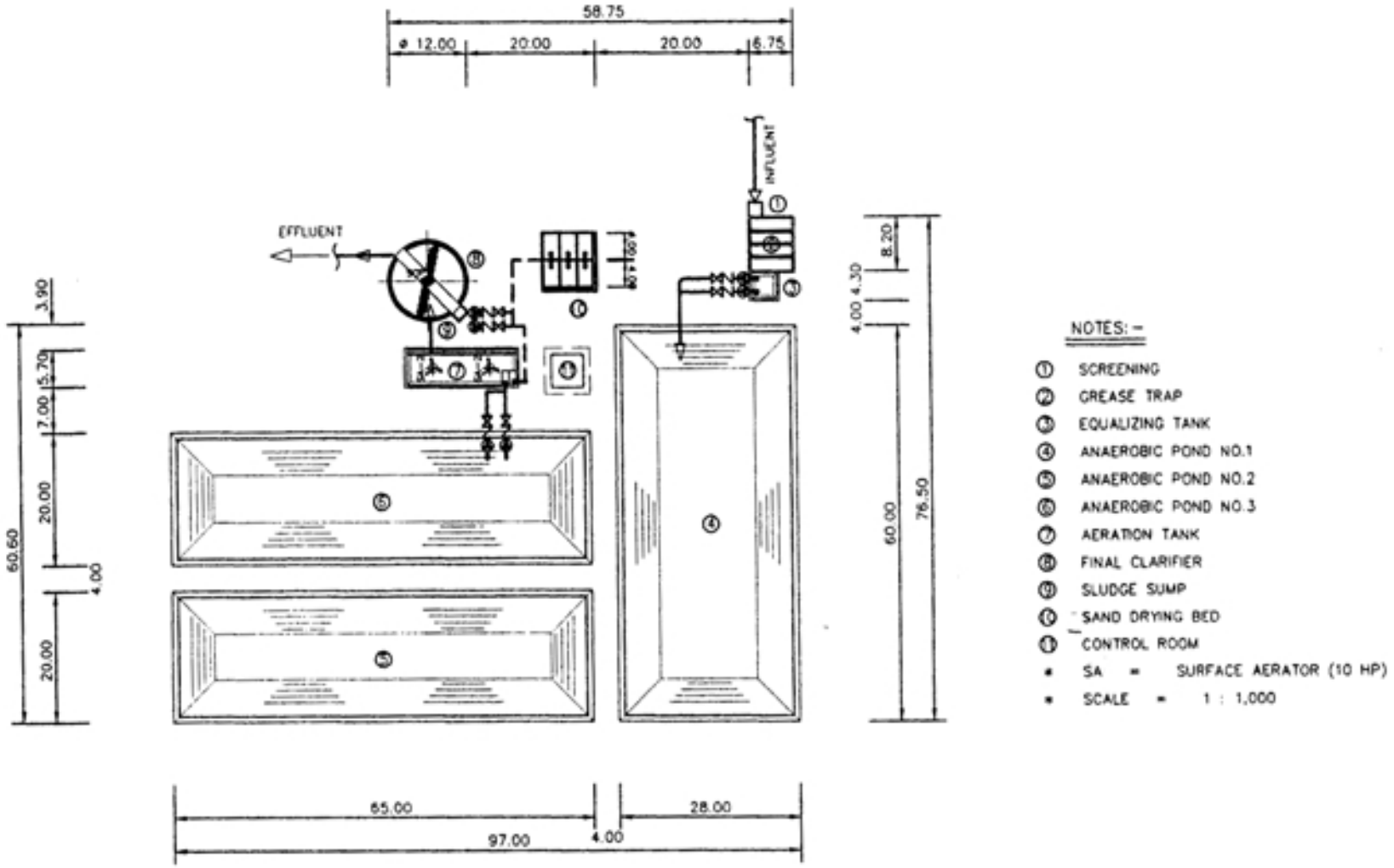
รูปที่ 5-7 (ก) Flow Diagram ระบบบำบัดน้ำเสีย (ขนาดพื้นที่ปานกลาง)
ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก (60,000 และ 125,000 ตัว/วัน)



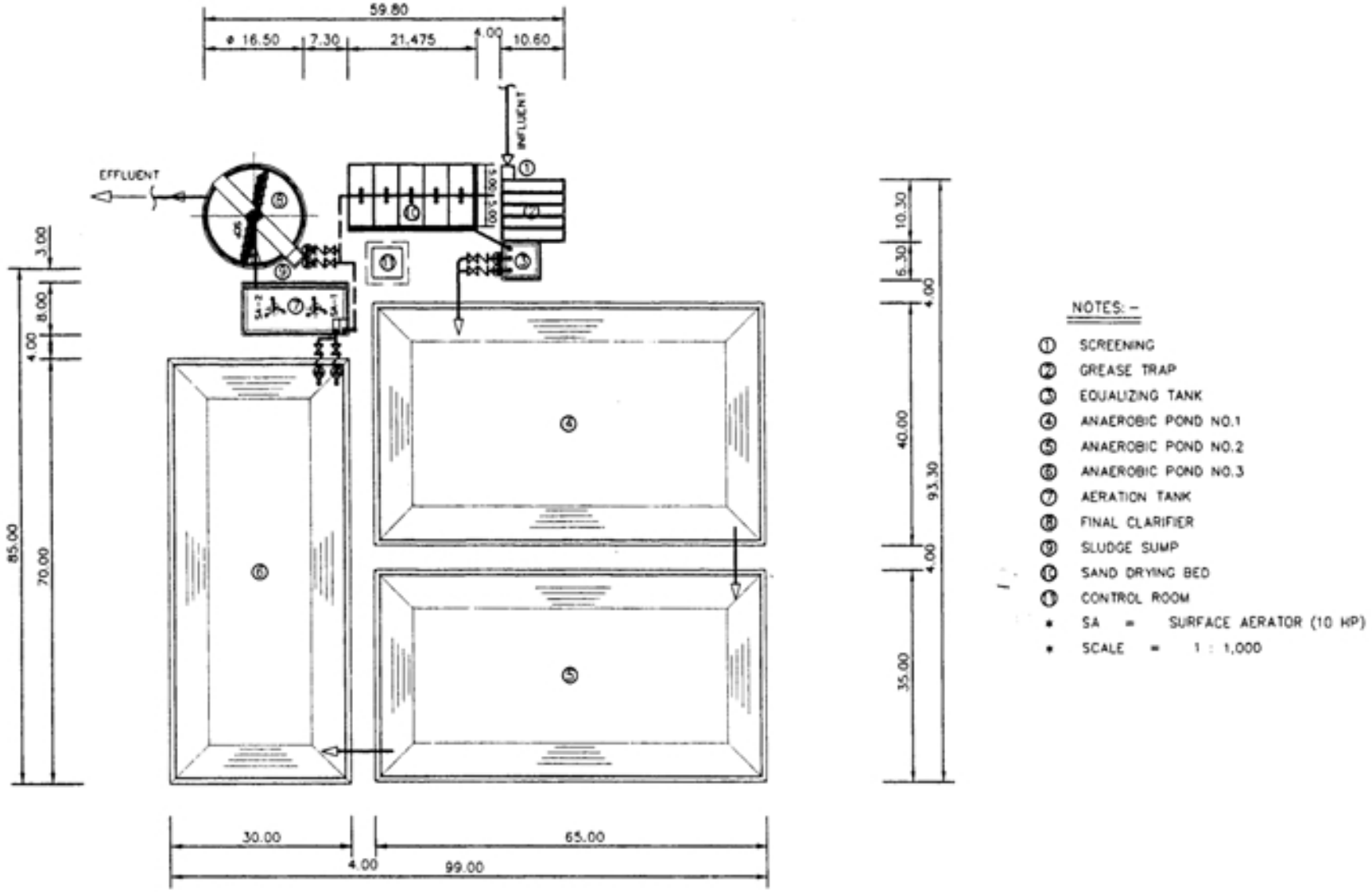
รูปที่ 5-7 (ข) Hydraulic Profile ระบบบำบัดน้ำเสีย (ขนาดพื้นที่ปานกลาง)
ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก (60,000 และ 125,000 ตัว/วัน)

SCALE V = 1 : 250
H = NOT TO SCALE

[CMS-1997\WD-009\FLOW-HY2 (SPK)] (RSP)



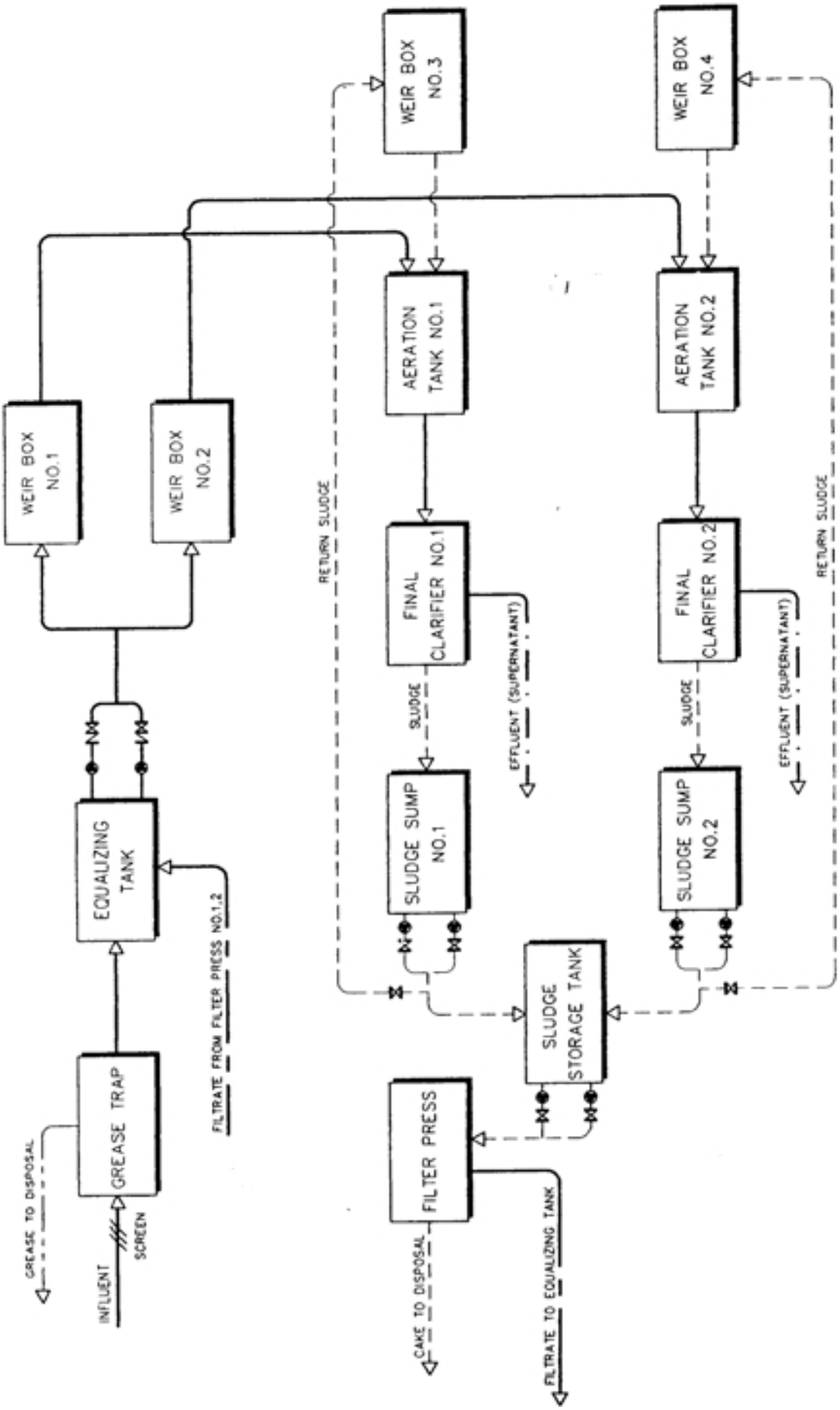
รูปที่ 5-7 (ค) Plant Lay-out ระบบบำบัดน้ำเสีย (ขนาดพื้นที่ปานกลาง)
ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก (60,000 ตัว/วัน)



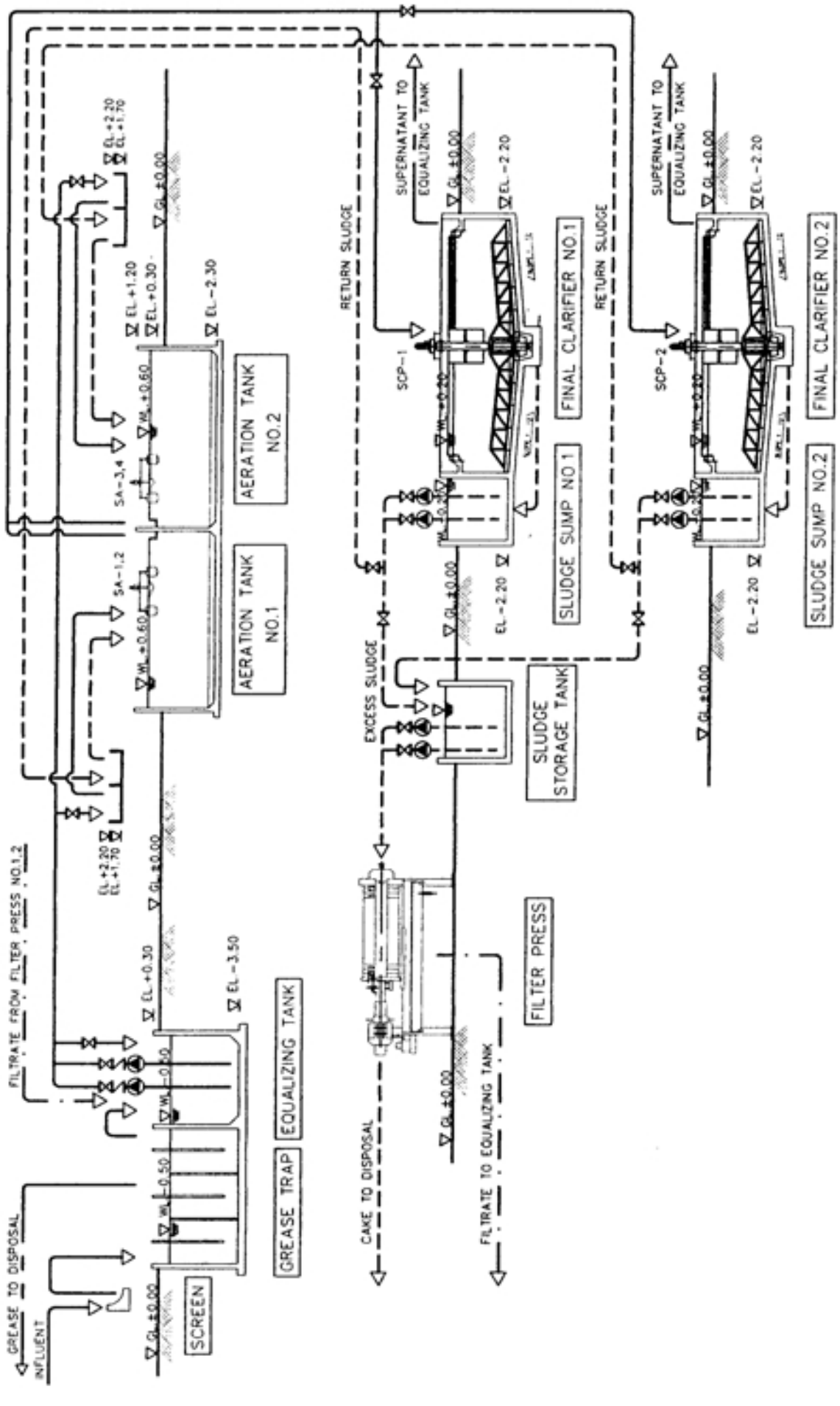
รูปที่ 5-7 (ง) Plant Lay-out ระบบบำบัดน้ำเสีย (ขนาดพื้นที่ปานกลาง)
ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก (125,000 ตัว/วัน)

ตารางที่ 5-7 สรุปผลการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้พื้นที่ปานกลางของโรงงานฆ่าสัตว์ปีกขนาดกลาง (กำลังผลิต 60,000 ตัว/วัน) และขนาดใหญ่ (กำลังผลิต 125,000 ตัว/วัน)

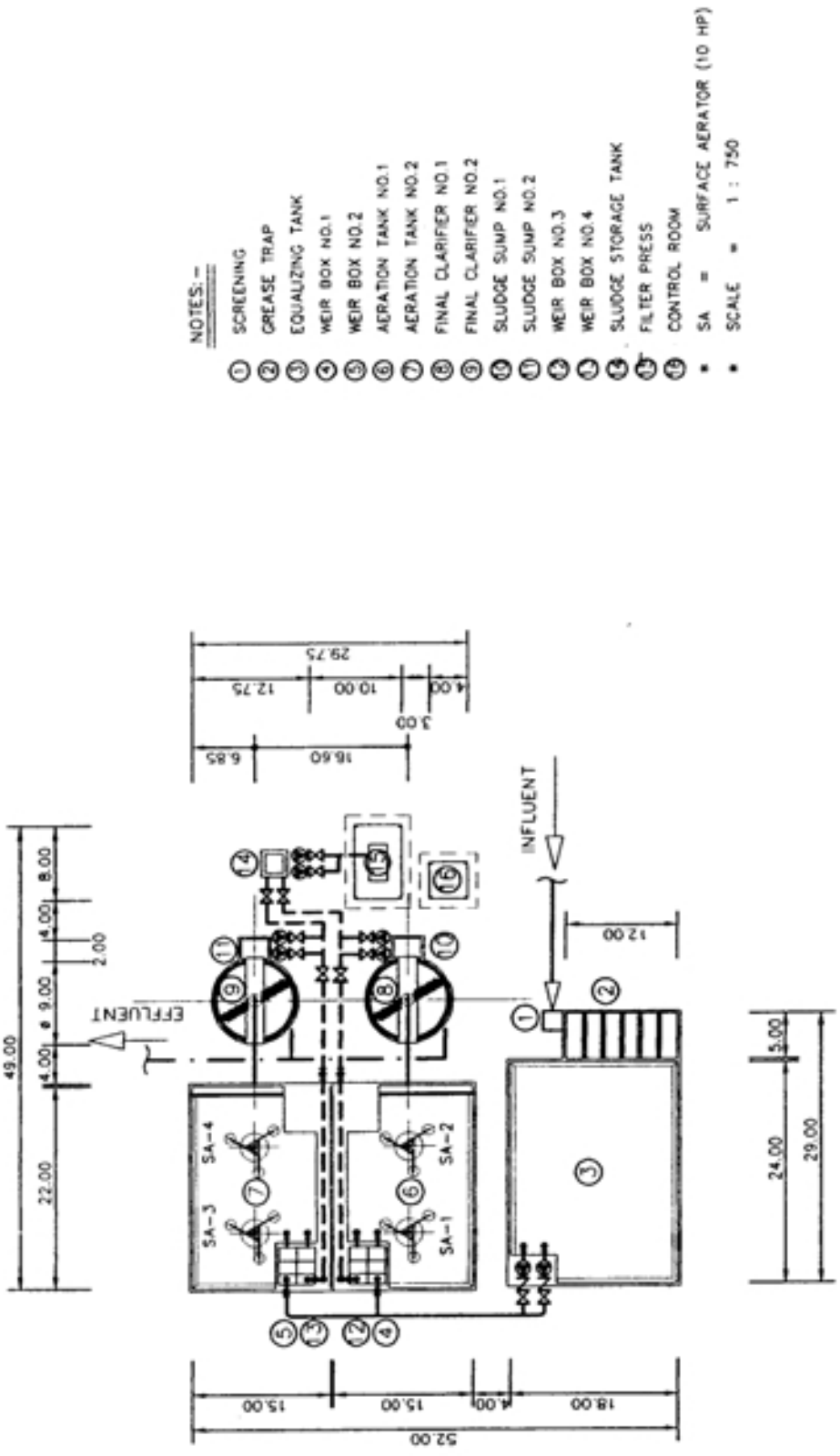
องค์ประกอบของระบบบำบัด	โรงงานขนาดกลาง (กำลังผลิต 60,000 ตัน/วัน)					โรงงานขนาดใหญ่ (กำลังผลิต 125,000 ตัน/วัน)				
อัตราไหล (ลบ.ม./วัน)	1,200					2,500				
ปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดี (กก./วัน)	900					1,875				
	UNIT	**WIDTH (m.)**	**LENGTH (m.)**	**DEPTH (m.)**	**SF. AREA (m^2)**	**UNIT**	**WIDTH (m)**	**LENGTH (m)**	**DEPTH (m)**	**SF. AREA (m^2)**
ตะแกรงละเอียด	1					1				
บ่อดักไขมัน	1	8	7	3.0	56	1	8	16	3.0	128
บ่อไร้อากาศบ่อที่ 1	1	28	60	4.0	1,680	1	40	65	4.0	2,600
บ่อไร้อากาศบ่อที่ 2	1	20	65	3.9	1,300	1	35	65	3.9	2,275
บ่อไร้อากาศบ่อที่ 3	1	20	65	3.8	1,300	1	30	70	3.8	2,100
ถังเติมอากาศ	1	5	13	3.0	65	1	8	17	3.0	136
ถังตกตะกอน	1	ϕ 12	-	4.0	-	1	ϕ 16.5	-	4.0	-
ลานตากตะกอน	1	3	4	-	12	1	4	5	-	20
พื้นที่การบำบัด (ตร.ม.)	4,413					7,259				
พื้นที่การบำบัด (ไร่)	2.76					4.54				
พื้นที่ระบบบำบัด (ไร่)	3.92					5.44				
อัตราไหล : พื้นที่ (ลบ.ม./วัน:ไร่)	306.12					459.56				
ปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดี : พื้นที่ (กก./วัน:ไร่)	229.59					344.67				



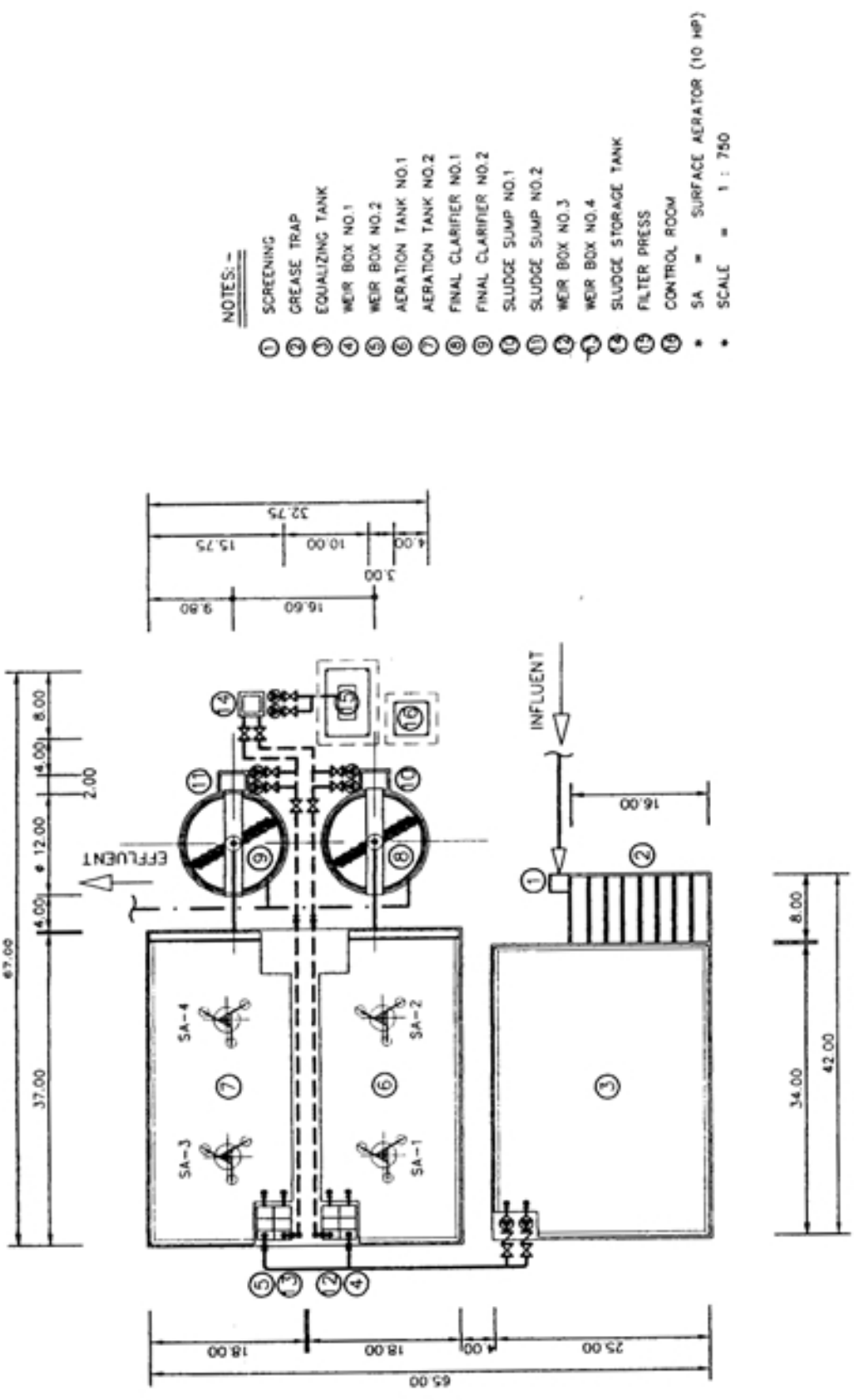
รูปที่ 5-8 (ก) Flow Diagram ระบบบำบัดน้ำเสีย (ขนาดพื้นที่น้อย)
ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก (60,000 และ 125,000 ตัว/วัน)



รูปที่ 5-8 (ข) Hydraulic Profile ระบบบำบัดน้ำเสีย (ขนาดพื้นที่น้อย)
ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก (60,000 และ 125,000 ตัว/วัน)



รูปที่ 5-8 (ค) Plant Lay-out ระบบบำบัดน้ำเสีย (ขนาดพื้นที่น้อย)
ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก (60,000 ตัว/วัน)



รูปที่ 5-8 (3) Plant Lay-out ระบบบำบัดน้ำเสีย (ขนาดพื้นที่น้อย)
ของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก (125,000 ตัว/วัน)

ตารางที่ 5-8 สรุปผลการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้พื้นที่น้อยของโรงงานฆ่าสัตว์ปีกขนาดกลาง (กำลังผลิต 60,000 ตัว/วัน) และขนาดใหญ่ (กำลังผลิต 125,000 ตัว/วัน)

องค์ประกอบของระบบบำบัด	โรงงานขนาดกลาง (กำลังผลิต 60,000 ตัน/วัน)					โรงงานขนาดใหญ่ (กำลังผลิต 125,000 ตัน/วัน)				
อัตราไหล (ลบ.ม./วัน)	1,200					2,500				
ปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดี (กก./วัน)	900					1,875				
	UNIT	**WIDTH (m.)**	**LENGTH (m.)**	**DEPTH (m.)**	**SF. AREA (m^2)**	**UNIT**	**WIDTH (m)**	**LENGTH (m)**	**DEPTH (m)**	**SF. AREA (m^2)**
ตะแกรงละเอียด	1					1				
บ่อดักไขมัน	1	5	12	3.0	60	1	8	16	3.0	128
ถังปรับสภาพสมดุลย์	1	15	24	3.0	432	1	25	34	3.0	850
ถังเติมอากาศ	2	15	22	3.0	660	2	18	37	3.5	1,332
ถังตกตะกอน	2	ϕ 9	-	4.0	127	2	ϕ 12	-	4.0	226
ถังพักตะกอน	1	7	7	3.0	49	1	10	10	3.0	25
พื้นที่การบำบัด (ตร.ม.)	1,328					2,561				
พื้นที่การบำบัด (ไร่)	0.83					1.60				
พื้นที่ระบบบำบัด (ไร่)	1.59					2.72				
อัตราไหล : พื้นที่ (ลบ.ม./วัน:ไร่)	754.72					919.12				
ปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดี : พื้นที่ (กก./วัน:ไร่)	566.04					689.34				

ตารางที่ 5-9 สรุปค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ ของโรงงานฆ่าและชำแหละสัตว์ปีกที่มีขนาดกลาง (กำลังผลิต 60,000 ตัว/วัน)

รายการ	ใช้พื้นที่มาก	ใช้พื้นที่ปานกลาง	ใช้พื้นที่น้อย
ขนาดของระบบบำบัด (ลบ.ม./วัน)	1,200.00	1,200.00	1,200.00
พื้นที่ (ไร่)	13.75	3.92	1.59
ค่าก่อสร้าง : ล้านบาท			
งานโยธาโครงสร้าง (a)	4.100	4.500	13.750
งานอุปกรณ์เครื่องกล (b)	1.330	2.530	6.380
งานไฟฟ้าและท่อ (c)	0.370	0.577	1.508
ราคาเบื้องต้น (a+b+c)	5.800	7.607	21.638
OVERHEAD+PROFIT 10%	0.580	0.761	2.164
ค่าเผื่อขาดเหลือ 10%	0.638	0.837	2.380
รวมค่าก่อสร้างทั้งหมด	7.018	9.205	26.182
ราคาค่าก่อสร้าง (บาท/ลบ.ม.-วัน)	5,848.333	7,670.667	21,820.000
ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (O&M) : ล้านบาท			
ค่าบำรุงรักษา/เดือน*	8,000	10,800	30,000
ค่าไฟฟ้า/เดือน**	18,000	50,000	120,000
ค่าสารเคมี/เดือน	22,500	22,500	5,400
ค่าบุคลากร/เดือน	27,000	37,000	54,000
รวมค่า O&M/เดือน	75,500	120,300	209,700
ค่า O&M/ปี	906,000	1,443,600	2,516,400
ค่า O&M บาท/ลบ.ม.	2.10	3.30	5.83
NPV (i = 12%) ล้านบาท	**11.39**	**16.38**	**37.60**

หมายเหตุ : * ค่าบำรุงรักษาต่อปี 1.5% ของ (a) และ 2% ของ (b+c)

** ค่าไฟฟ้า 3.00 บาท/กิโลวัตต์-ชม.

ระยะเวลาโครงการ 10 ปี

ตารางที่ 5-10 สรุปค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบของโรงงานฆ่าและชำแหละสัตว์ปีกที่มีขนาดใหญ่ (กำลังผลิต 60,000 ตัว/วัน)

รายการ	ใช้พื้นที่มาก	ใช้พื้นที่ปานกลาง	ใช้พื้นที่น้อย
ขนาดของระบบบำบัด (ลบ.ม./วัน)	2,500.00	2,500.00	2,500.00
พื้นที่ (ไร่)	13.75	3.92	1.59
ค่าก่อสร้าง : ล้านบาท			
งานโยธาโครงสร้าง (a)	8.460	8.560	27.340
งานอุปกรณ์เครื่องกล (b)	1.950	3.550	10.610
งานไฟฟ้าและท่อ (c)	0.426	0.684	2.050
ราคาเบื้องต้น (a+b+c)	10.836	12.794	40.000
OVERHEAD+PROFIT 10%	1.084	1.279	4.000
ค่าเผื่อขาดเหลือ 10%	1.192	1.407	4.400
รวมค่าก่อสร้างทั้งหมด	13.112	15.480	48.400
ราคาค่าก่อสร้าง (บาท/ลบ.ม.-วัน)	5,250.000	6,200.000	19,350.000
ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (O&M) : บาท			
ค่าบำรุงรักษา/เดือน*	14,500	17,800	5,500
ค่าไฟฟ้า/เดือน**	20,000	71,000	270,000
ค่าสารเคมี/เดือน	45,000	45,000	10,800
ค่าบุคลากร/เดือน	27,000	37,000	54,000
รวมค่า O&M/เดือน	106,500	170,800	389,800
ค่า O&M/ปี	1,278,000	2,049,600	4,677,600
ค่า O&M บาท/ลบ.ม.	1.42	2.28	5.20
NPV (i = 12%) ล้านบาท	**18.93**	**25.40**	**69.64**

หมายเหตุ : * ค่าบำรุงรักษาต่อปี 1.5% ของ (a) และ 2% ของ (b+c)

** ค่าไฟฟ้า 3.00 บาท/กิโลวัตต์-ชม.

ระยะเวลาโครงการ 10 ปี

บทที่ 6

การบริหารจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม สำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ปีกในประเทศไทย

การจัดการสิ่งแวดล้อมของโรงงานฆ่าสัตว์ปีกตามข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่ได้กล่าวแล้วนั้น จะประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้ หากผู้ประกอบการให้ความร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับเจ้าหน้าที่ของรัฐที่กำกับดูแลในการติดตามและควบคุมกระบวนการผลิตและระบบบำบัดน้ำเสีย

6.1 การควบคุมกระบวนการผลิต

การสูญเสียผลิตภัณฑ์และผลพลอยได้ในระหว่างกระบวนการผลิตนั้น นอกจากจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นแล้วยังทำให้ต้นทุนของการกำจัดของเสียเพิ่มขึ้นอีกด้วย ดังนั้น เจ้าหน้าที่ที่ควบคุมกระบวนการผลิตควรจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการผลิตทั้งหมด และความสัมพันธ์ของแต่ละขั้นตอนการผลิต เพื่อที่จะสามารถดำเนินการผลิตตามวิธีการที่กำหนดอย่างมีประสิทธิภาพ

ในขณะเดียวกันผู้ประกอบการควรจะมีการติดตามตรวจสอบในเรื่องต่าง ๆ ต่อไปนี้เป็นพิเศษคือ

1) การติดตามความสม่ำเสมอของการผลิตและการปรับปรุงการผลิต ได้แก่
   - การพัฒนากระบวนการผลิต
   - การเพิ่มประสบการณ์และทักษะของเจ้าหน้าที่ฝ่ายผลิต
   - การปรับปรุงระบบติดตามและควบคุม
   - การตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในการผลิต
2) การระมัดระวังเกี่ยวกับเหตุการณ์ผิดปกติในการผลิต ได้แก่
   - การติดตั้งสัญญาณเตือนภัยเมื่อมีเหตุการณ์ผิดปกติ
   - การฝึกเจ้าหน้าที่เตรียมรับสถานการณ์ต่าง ๆ
3) การทำสมดุลย์มวลสารของโรงงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ
   - ตรวจสอบปริมาณและลักษณะสมบัติของวัสดุเศษเหลือในแต่ละขั้นตอนการผลิตเพื่อวางแผนการจัดการวัสดุเศษเหลือที่เกิดขึ้น
   - ตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องจักรต่าง ๆ ที่มีผลให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลง

4) การจัดทำแผนการจัดการในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือ ได้แก่

- การตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่มีในวัสดุเศษเหลือ และความต้องการธาตุอาหารของพืชในพื้นที่ที่จะนำวัสดุเศษเหลือไปใช้เป็นปุ๋ย
- ระบบรองรับวัสดุเศษเหลือที่ใช้ประโยชน์ให้มีอยู่อย่างสม่ำเสมอ

อย่างไรก็ตาม การป้องกันและควบคุมมลภาวะในกระบวนการผลิตจะประสบผลสำเร็จต้องมีการบันทึกการทำงานต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตและติดตามประสิทธิภาพของระบบอย่างต่อเนื่อง ดังนี้

- ประสิทธิภาพของการผลิต ในรูปของผลผลิตที่ได้ต่อปริมาณวัตถุดิบ
- ปริมาณของวัสดุเศษเหลือทั้งในรูปของแข็งและของเหลว
- ลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย
- ปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการผลิต เช่น ปริมาณน้ำใช้ และระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต เป็นต้น
- ลักษณะการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย
- ลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัดแล้ว

แผนป้องกันและควบคุมวัสดุเศษเหลือจากกระบวนการผลิตของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก แสดงดังตารางที่ 6-1

6.2 การควบคุมและติดตามตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานฆ่าสัตว์ปีก

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดการน้ำเสียที่เกิดขึ้นในโรงงานฆ่าสัตว์ปีก ดังนั้น จึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องควบคุมและติดตามตรวจสอบระบบบำบัดเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

6.2.1 ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่มีการใช้งานอยู่ในโรงงานฆ่าสัตว์ปีกหลายแห่ง เป็นระบบบ่อไร้อากาศแบบเปิด ซึ่งวิธีการควบคุมและติดตามตรวจสอบที่สำคัญ ได้แก่

- ควบคุมให้มีสารอินทรีย์เข้า 1.5-6.2 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร-วัน
- ควบคุมค่า pH อยู่ระหว่าง 6.8-7.4 และไม่ควรต่ำกว่า 6.5
- อัตราส่วนของกรดระเหยต่อด่างเท่ากับ 0.1-0.3
- ด่าง 2,000-3,000 มิลลิกรัม/ลิตร
- คาร์บอนไดออกไซด์ 30-35% (ไม่เกิน 40%)

ตารางที่ 6-1 แผนการป้องกันและควบคุมวัสดุเศษเหลือจากกระบวนการผลิตของโรงงานฆ่าสัตว์

งาน	ความถี่	ค่าที่ตรวจสอบ
1. ตรวจสอบการผลิต	ทุกวัน	ปริมาณวัตถุดิบ ปริมาณผลผลิต ปริมารน้ำใช้ กระบวนการผลิต
2. ตรวจสอบการจัดการเศษวัสดุของแข็ง	ทุกวัน	ปริมาณเศษวัสดุแต่ละชนิด ปริมาณเศษวัสดุทั้งหมด
3. ตรวจสอบการจัดการเศษวัสดุของเหลว	ทุกวัน	ปริมาณเศษวัสดุแต่ละชนิด ปริมาณเศษวัสดุทั้งหมด ปริมาณที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสีย
4. ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย	สัปดาห์ละครั้ง	ลักษณะน้ำเสียก่อนเข้าและออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย (เช่น BOD_5, COD, SS, TKN)
5. การตรวจสอบตะกอนในบ่อ	เดือนละครั้ง	% ความสูงของตะกอนในบ่อ

- แอมโมเนียต้องไม่เกิน 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร
- ซัลไฟด์ไม่เกิน 100 มิลลิกรัม/ลิตร
- อัตราส่วนบีโอดีต่อไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส (BOD : N : P) = 100 :1 : 0.2
- อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 30±5 องศาเซลเซียส
- ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในบ่อประมาณ 10-30 วัน
- ปริมาณของสารอนินทรีย์ที่ปนมากับน้ำเสียหากมีมากเกินไปจะเป็นพิษทำให้แบคทีเรียตายได้ ปริมาณที่เหมาะสมคือ

  แคลเซียม (Ca) 100-200 มิลลิกรัม/ลิตร

  แมกนีเซียม (Mg) 75-150 มิลลิกรัม/ลิตร

  โปแตสเซียม (K) 200-400 มิลลิกรัม/ลิตร

  โซเดียม (Na) 100-200 มิลลิกรัม/ลิตร

6.2.2 ระบบบำบัดแบบใช้อากาศ

6.2.2.1 ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

- ควบคุมน้ำเสียให้เข้าบ่อสม่ำเสมอ
- ตรวจค่าออกซิเจนให้ละลายอยู่อย่างน้อย 1 มิลลิกรัม/ลิตร
- ควบคุม pH ให้อยู่ในช่วง 6.8-8.0
- ควบคุมไม่ให้เกิดฟองด้วยการฉีดน้ำ
- ตรวจจุลินทรีย์ ระวังไม่ให้มีสัตว์เซลล์เดียวพวก Rotifer ซึ่งจะกินจุลินทรีย์และสาหร่ายในบ่อ
- ตรวจสอบเครื่องเติมอากาศให้ทำงานได้ดีอยู่เสมอ

6.2.2.2 ระบบบ่อผึ่งหรือบ่อธรรมชาติ (Oxidation Pond)

- ต้องควบคุม pH ในบ่อไม่ให้เป็นกรด หากพบว่า pH ในบ่อต่ำลงจะต้องปรับด้วยปูนขาว
- จะต้องดูแลความหนาแน่นของสาหร่ายไม่ให้มีมากเกินไป มิฉะนั้นตอนกลางคืนอาจทำให้มีออกซิเจนไม่พอเพียง
- หากบ่อมีกลิ่นเหม็นให้เติมสารโซเดียมไนเตรทดับกลิ่น แล้วตรวจความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่เข้าในบ่อ อาจเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้
- หมั่นตัดหญ้าขอบบ่อเพื่อไม่ให้เป็นแหล่งเพาะยุงและหนูหรือสัตว์อื่น

6.2.2.3 ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge)

ปัญหาสำคัญที่พบในการใช้ระบบ AS ก็คือ การควบคุมระบบให้สามารถทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ ปัญหาดังกล่าวของผู้ควบคุมระบบ ได้แก่

- ไม่เห็นความสำคัญของการหมุนเวียนกลับของตะกอนเลน จึงปล่อยให้ตกค้างอยู่ก้นถังตกตะกอนเป็นเวลานาน
- ไม่ทราบปริมาณของตะกอนเลนส่วนเกินซึ่งต้องระบายทิ้ง
- ไม่ทราบปริมาณตะกอนเลนที่ต้องหมุนเวียนกลับ

การแก้ปัญหาสามารถกระทำได้โดย

- ทำการหมุนเวียนตะกอนเลนกลับคืนสู่ถังเติมอากาศเพื่อรักษาปริมาณตะกอนจุลชีพให้มีอยู่ในถังเติมอากาศให้มากที่สุด โดยอัตราการหมุนเวียนตะกอนเลนคืนกลับควรมีค่าประมาณร้อยละ 30 ของอัตราการไหลของน้ำเสียและต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง แต่ไม่จำเป็นต้องกระทำติดต่อกันตลอดเวลา โดยอาจกระทำเป็นระยะ ๆ ก็ได้
- การทิ้งตะกอนเลนส่วนเกินจากระบบ เป็นสิ่งที่ควรกระทำแต่ไม่จำเป็นต้องกระทำทุกวัน และหากไม่ระบายทิ้งและระบบบำบัดไม่เกิดปัญหาก็ไม่จำเป็นต้องระบายทิ้ง

ในการตรวจสอบเพื่อดูว่าต้องระบายตะกอนเลนทิ้งหรือไม่อาจกระทำได้ง่าย ๆ ดังนี้ ตักน้ำที่มีตะกอนในถังเติมอากาศขณะกำลังทำงานอยู่เทใส่ในกระบอกตวงแก้วขนาด 1 ลิตรให้เต็มถัง ทิ้งไว้ 30 นาที จึงอ่านปริมาตรของตะกอนในกระบอกตวง ถ้าปริมาตรของตะกอนไม่เกิน 750 มล. แสดงว่าไม่ต้องระบายตะกอนเลนทิ้ง แต่ถ้าปริมาตรน้อยกว่า 100 มล. แสดงว่ามีตะกอนน้อยเกินไปหรืออาจแสดงว่ามีตะกอนหนีออกไปจากระบบมากเกินไป หากจำเป็นต้องระบายตะกอนเลนให้ระบายตะกอนเลนออก ไม่เกินร้อยละ 5 ของปริมาตรถังเติมอากาศต่อวัน หลังจากนั้นให้ตรวจสอบปริมาตรของตะกอนในกระบอกตวงใหม่ในวันต่อไป

การติดตามตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่

- ตรวจสอบ Lay-out เปรียบเทียบกับโครงสร้างจริงว่ามีการก่อสร้างตรงตามที่มีในแบบหรือไม่ ในส่วนของการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ตรวจสอบตั้งแต่จุดน้ำเข้าระบบ จนถึง จุดสุดท้ายคือจุดน้ำออก ว่ามีการติดตั้งครบถ้วนหรือไม่
- ตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ ถ้าเป็นอุปกรณ์ที่มองเห็นได้ก็ไม่มีปัญหา แต่ถ้าเป็นอุปกรณ์ที่มองไม่เห็น เช่น เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ หรือปั๊มใต้น้ำอาจทดสอบได้จากการสังเกตลักษณะฟอง หรือฟังเสียงการทำงานของเครื่อง หรือตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่ตู้ควบคุม ซึ่งในการตรวจสอบนี้อาจต้องลองเปิดเครื่องที่ยังไม่ได้ใช้งานในขณะนั้นเพื่อดูว่ายังสามารถทำงานได้ครบทุกเครื่องหรือไม่

- การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ที่เป็นตัวชี้วัดสภาพการทำงานของระบบมีดังนี้

สี : สีของน้ำตะกอนที่ดีควรจะเป็นสีน้ำตาลเข้มคล้ายสีของช็อกโกแลต ยกเว้นโรงบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่น้ำเสียมีสีเจือปนมามาก เช่น โรงงานย้อมผ้า จะทำให้สีของน้ำตะกอนเปลี่ยนแปลงไปตามสีของน้ำเสียได้

กลิ่น: ระบบที่ได้รับการควบคุมที่ดีจะไม่มีกลิ่นเหม็น ถ้าตักตัวอย่างน้ำตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศมาดมจะมีเพียงกลิ่นจาง ๆ คล้ายกลิ่นดินเท่านั้น

ฟอง: ระบบที่ดีจะต้องไม่มีฟองเกิดขึ้นในระบบบำบัด หรือถ้ามีฟองก็มีไม่มาก คือ ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ผิวน้ำ

การเจริญเติบโตของสาหร่าย: สาหร่ายที่เกิดขึ้นมักจะอยู่ตามผนังของถัง ซึ่งระบบบำบัดที่ระบบเดินปกติจะไม่มีสาหร่ายเกิดขึ้นให้เห็นมากนัก

ลักษณะการเติมอากาศ : สำหรับเครื่องกลเติมอากาศ ใบพัดควรจะตีน้ำกระจายอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึงทั้งบ่อ และถ้าเป็นแบบเครื่องเป่าอากาศ ฟองจะต้องลอยขึ้นมาสู่ผิวน้ำและลักษณะการกวนของน้ำในถังเติมอากาศอย่างสม่ำเสมอ

การสะสมของตะกอน : ไม่ควรมีการสะสมของตะกอนที่มุมถัง หรือช่วงกลางระหว่างเครื่องเติมอากาศ

ลักษณะการไหลของน้ำ : ระบบที่ดีจะไม่มีการไหลในลักษณะที่เรียกว่าไหลลัดวงจร

การกวน : การกวนให้ตะกอนจุลินทรีย์สัมผัสกับน้ำเสีย เป็นปัจจัยที่สำคัญในการบำบัดน้ำเสีย ระบบที่ดีจึงควรมีการกวนอย่างทั่วถึงในถังเติมอากาศ

- การตรวจสอบถังตกตะกอน ถังตกตะกอนมีหน้าที่เป็นส่วนให้น้ำนิ่ง ซึ่งจะใช้ตกตะกอนเชื้อเพื่อแยกน้ำใสออก ดังนั้น ถังตกตะกอนที่มีประสิทธิภาพดี จะเห็นน้ำใสแยกชั้นกับตะกอนได้อย่างชัดเจน จะไม่มีตะกอนลอย หรือตะกอนแขวนลอย แล้วไหลหลุดออกไปกับน้ำทิ้งส่วนอุปกรณ์ในถังตกตะกอน เช่น ใบกวาดตะกอนก็จะต้องตรวจสอบว่าอุปกรณ์เดินได้ดีหรือไม่

- การกำจัดตะกอนส่วนเกินของระบบบำบัดน้ำเสีย มีหลักการคือ ถ้าตะกอนยังไม่เสถียรก็จะต้องทำให้ตะกอนเสถียรด้วยการย่อยสลายแบบมีอากาศ หรือไม่มีอากาศ หรือการใช้สารเคมี ต่อจากนั้นก็จะมีการแยกน้ำออกด้วย เครื่องจักร เช่น Filter press หรือ Belt press หรือ ตากในลานทราย และหลังจากนั้นก็จะนำตะกอนไปกำจัดที่อื่น เช่น การถมที่ หรือทำปุ๋ยต่อไป ในการตรวจสอบจะต้องดูว่ามีการบำบัดตะกอนที่ถูกต้องหรือไม่ และการกำจัดสุดท้ายส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมหรือไม่

- การตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าหากโรงงานมีกล้องจุลทรรศน์ ก็อาจจะใช้ตรวจสอบสมรรถภาพ (Acitivity) ดุลยภาพ (Balance) และชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำงานอยู่ในระบบ ก็สามารถบอกปัญหาที่กำลังจะเกิดขึ้นและวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

จุลินทรีย์ที่เลี้ยงไว้ในถัง ส่วนใหญ่จะเป็นแบคทีเรีย (Bacteria) ชนิดต่าง ๆ จำนวนมากน้อยไม่เท่ากัน ขึ้นกับชนิดของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสีย เพราะแบคทีเรียต่างชนิดจะย่อยสารอินทรีย์แตกต่างกันไป นอกจากนี้ยังมีรา (Fungi) สาหร่าย (Algae) แต่ก็มีบทบาทในการย่อยสลายสารอินทรีย์ไม่มากนัก แต่หากมีเป็นจำนวนมากจะเป็นตัวก่อกวนระบบ ส่วนโปรโตซัว (Protozoa) และโรติเฟอร์ (Rotifer) จะเป็นตัวลดจำนวนแบคทีเรีย จัดอยู่ในพวกก่อกวนถ้ามีในจำนวนมาก อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์ชนิดนี้มีประโยชน์ในการใช้เป็นดัชนีบอกระดับการทำงานของระบบได้ ถ้ามีพวกโปรโตซัวที่มีขน (Ciliata Protozoa) มากแสดงว่าระบบสมบูรณ์ดี ถ้ามีโปรโตซัวที่มีก้าน (Stalk Protozoa) แสดงว่าระบบไม่ค่อยสมบูรณ์ หากพบจุลินทรีย์ชนิดเป็นเส้นใย (Filamentous microorganisms) เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะลอยตัวไม่เกาะเป็นกลุ่ม จะพบว่าตะกอนจมตัวได้ยาก และเป็นปัญหาในถังตกตะกอน

สำหรับข้อสรุปการติดตามตรวจสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ 6-2

6.3 การติดตามและควบคุมมลภาวะจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีกโดยเจ้าหน้าที่ของรัฐ

เจ้าหน้าที่ของรัฐที่ควบคุมในเรื่องการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานฆ่าสัตว์ปีก ต้องมีความรู้ความเข้าใจเทคโนโลยีของกระบวนการผลิต และระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานเป็นอย่างดี เพื่อที่จะได้สามารถให้คำแนะนำแก่ผู้ประกอบการได้เมื่อกระบวนการผลิตมีปัญหาหรือระบบบำบัดน้ำเสียผิดปกติ

ในการติดตามและควบคุมให้ผู้ประกอบการปฏิบัติตามแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ปีก โดยเฉพาะในด้านการจัดการวัสดุเศษเหลือที่เกิดจากกระบวนการผลิตทั้งในรูปของแข็งและของเหลวนั้น เจ้าหน้าที่ของรัฐควรทำรายละเอียดของกิจกรรมที่จะต้องติดตามและควบคุมสำหรับแต่ละโรงงาน ซึ่งอย่างน้อยควรประกอบไปด้วย

- สภาพการทำงานโดยทั่วไปของโรงงาน
- กระบวนการผลิตที่ใช้ รวมถึงวิธีการป้องกันและควบคุมมลภาวะในกระบวนการผลิต
- การจัดการวัสดุเศษเหลือที่เกิดจากการผลิต
- ข้อมูลเกี่ยวกับความถี่และสภาวะการเก็บตัวอย่างและผลการวิเคราะห์

สำหรับความถี่การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีก ควรอยู่ระหว่าง 3-4 ครั้ง/ปี ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของโรงงานแต่ละแห่งด้วย

ตารางที่ 6-2 พารามิเตอร์ที่ต้องวิเคราะห์เพื่อติดตามตรวจสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

ขั้นตอน	พารามิเตอร์	หน่วย
บ่อไร้อากาศ	ระดับตะกอน	% ของความลึก
น้ำเสียจากระบบบำบัดแบบไร้อากาศ	COD BOD_5 SS Settable solids อุณหภูมิ pH	มิลลิกรัม/ลิตร มิลลิกรัม/ลิตร มิลลิกรัม/ลิตร มิลลิกรัม/ลิตร องศาเซลเซียส
การกำจัดตะกอนของบ่อไร้อากาศ	ปริมาตรตะกอน	ลูกบาศก์เมตร/เดือน กรัม/ลิตร
ในระบบบำบัดแบบใช้อากาศ	VSS Settable solids Sludge volume index DO การใช้พลังงาน อุณหภูมิ	กรัม/ลิตร มิลลิกรัม/ลิตร มิลลิกรัม/ลิตร มิลลิกรัม/ลิตร กิโลวัตต์/วัน องศาเซลเซียส
การกำจัดตะกอนของบ่อตะกอน (Polishing Pond) การกำจัดตะกอนส่วนเกิน	ระดับตะกอน ปริมาตรตะกอน	% ของความลึก ลูกบาศก์เมตร/เดือน กรัม/ลิตร
น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว	COD (regularly) BOD (occasionally) TKN (occasionally) Grease & Oil (occasionally) SS Temperature pH	มิลลิกรัม/ลิตร มิลลิกรัม/ลิตร มิลลิกรัม/ลิตร มิลลิกรัม/ลิตร มิลลิกรัม/ลิตร องศาเซลเซียส

บทที่ 7

มาตรฐานน้ำทิ้งที่เหมาะสมสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์

มาตรฐานน้ำทิ้งที่เสนอแนะสำหรับน้ำทิ้งที่ออกจากโรงงานฆ่าสัตว์ที่ได้กำหนดขึ้นนั้น ได้พิจารณาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ร่วมกัน ซึ่งได้แก่

- มาตรฐานน้ำทิ้งของกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
- มาตรฐานน้ำทิ้งที่ระบายออกจากแหล่งกำเนิดของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
- ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมสำหรับใช้ในปัจจุบัน
- ลักษณะสมบัติน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วและความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีวิเคราะห์ต่าง ๆ ที่มีในมาตรฐานน้ำทิ้งที่เสนอแนะ

สำหรับดัชนีวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ที่สำคัญ ได้แก่ บีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย ไขมันและน้ำมัน และไนโตรเจนทั้งหมดนั้นเป็นดัชนีวิเคราะห์น้ำทิ้งทั่วไป

7.1 มาตรฐานน้ำทิ้งที่เสนอแนะ

ข้อเสนอเกี่ยวกับมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับลักษณะสมบัติน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์นี้ (ตารางที่ 7-1) ให้ใช้กับน้ำทิ้งของโรงงานที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ตัวอย่างน้ำทิ้งที่จะเก็บมาวิเคราะห์ให้เก็บ ณ จุดที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย การเก็บตัวอย่างและการเก็บตัวอย่างให้เป็นไปตามวิธีการที่กำหนด

จากตารางที่ 7-1 จะเห็นได้ว่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่เสนอแนะมีค่าแตกต่างจากมาตรฐานน้ำทิ้งปัจจุบันของกรมโรงงานอุตสาหกรรมเฉพาะค่าบีโอดีเท่านั้น โดยเหตุผลในการเสนอแนะมาตรฐานน้ำทิ้งดังกล่าวได้แสดงรายละเอียดไว้ในหัวข้อ 7.3 สำหรับตารางที่ 7-2 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานน้ำทิ้งที่เสนอแนะใช้สำหรับโรงงานฆ่าสัตว์กับมาตรฐานน้ำทิ้งของประเทศต่าง ๆ

ตารางที่ 7-1 มาตรฐานน้ำทิ้งที่เสนอแนะสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

ดัชนีวิเคราะห์	มาตรฐานน้ำทิ้งที่เสนอแนะ (หน่วย มิลลิกรัม/ลิตร)	มาตรฐานน้ำทิ้งปัจจุบัน (หน่วย มิลลิกรัม/ลิตร)	วิธีวิเคราะห์
บีโอดี (BOD_5)	≯ 30	≯ 60	ใช้วิธีวิเคราะห์
ซีโอดี (COD)	≯ 120	≯ 120	ตามวิธีมาตรฐาน
ของแข็งแขวนลอย (SuspendedSolids; SS)	≯ 50	≯ 50	สำหรับวิเคราะห์น้ำทิ้งของประเทศ
ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen; TKN)	≯ 100	≯ 100	สหรัฐอเมริกา
ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil; G&O)	≯ 5	≯ 5	(APHA,AWWA, WPCF 1989)

7.2 คำอธิบายศัพท์

1) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD)

ค่าบีโอดีเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณความสกปรกของน้ำเสีย โดยคิดเปรียบเทียบในรูปของงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระหว่างการย่อยสลายสารประกอบคาร์บอนอินทรีย์ที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

ยังมีสารประกอบชนิดอื่นที่ต้องคำนึงถึง เช่น ไนโตรเจน (โปรตีน) และฟอสฟอรัส (ฟอสโฟลิปิด) การย่อยสลายสารประกอบเหล่านี้ นอกจากจะปล่อยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสแล้วยังทำให้ค่าบีโอดีเพิ่มด้วย (ดูในเรื่องของแข็งแขวนลอย)

2) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD)

ค่าซีโอดี เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณความสกปรกของน้ำเสีย โดยคิดเปรียบเทียบในรูปของปริมาณออกซิเจนที่ต้องการในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์อย่างสมบูรณ์ โดยใช้โปแตสเซียมไดโครเมทในสารละลายที่เป็นกรด

อัตราส่วนระหว่างซีโอดีต่อบีโอดีในน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด และน้ำทิ้งหลังการบำบัดโดยวิธีชีวภาพ มีค่าอยู่ในช่วง 1.4-2.5 และ 3.5-7.0 ตามลำดับ ซึ่งการที่น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วมีอัตราส่วนซีโอดีต่อบีโอดีแตกต่างกันสูงมากนี้ แสดงว่าในน้ำเสียมีของแข็งแขวนลอยเกิดขึ้นใหม่ในระบบซึ่งส่วนใหญ่เป็นสาหร่าย จึงแสดงว่าสาหร่ายที่เกิดขึ้นในระบบบำบัดมีผลอย่างยิ่งต่อคุณภาพน้ำทิ้ง

3) ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids, SS)

ของแข็งแขวนลอย หมายถึง ปริมาณของแข็งแขวนลอยที่กรองได้ด้วยกระดาษกรองใยแก้ว (Whatman GF/C) แล้วอบให้แห้งในน้ำเสียหรือน้ำทิ้งที่ไม่ได้กรอง ของแข็งแขวนลอยมีผลทำให้ค่าบีโอดีและซีโอดีสูงขึ้นด้วย ในกรณีของน้ำเสียของแข็งแขวนลอยมีทั้งสารอินทรีย์ เช่น เศษขนสัตว์ เศษหนัง เศษเนื้อ และเศษอาหารและชิ้นส่วนอวัยวะของสัตว์ แต่น้ำทิ้งหลังการบำบัดของแข็งแขวนลอยเป็นสารอินทรีย์พวกมวลชีวภาพจากเซลล์จุลินทรีย์

4) ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen)

ทีเคเอ็น หมายถึง ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์ไนโตรเจนและแอมโมเนียไนโตรเจน ซึ่งสามารถทำได้โดยย่อยให้สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนในตัวอย่างน้ำทั้งหมดเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย แล้วจึงนำน้ำตัวอย่างที่ถูกย่อยแล้วไปวิเคราะห์หาค่าของแอมโมเนียไนโตรเจนทั้งหมด โดยการเพิ่ม pH และกลั่นให้แอมโมเนียที่มีอยู่ในน้ำออกไปพร้อม ๆ กับไอน้ำแล้วเคี่ยวไอน้ำที่มีแอมโมเนียอยู่จนเป็นของเหลวอีกครั้ง จากนั้นนำไปวิเคราะห์โดยการไตเตรท หรือใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) วัดความเข้มข้นของสี ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชและจุลินทรีย์ต่าง ๆ ดังนั้น หากมีการระบายน้ำทิ้งที่มีไนโตรเจนในปริมาณสูง จะทำให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายมาก (Algae blooms) ในแม่น้ำลำคลองที่รองรับน้ำทิ้งนั้น ๆ

5) ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil)

ไขมันเป็นสารอินทรีย์ที่คงตัวอย่างหนึ่งที่ถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียได้ยากสามารถถูกสกัดได้ด้วยเฮกเซน

ไขมันและน้ำมันนี้เมื่อลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจะจับเป็นคราบแน่นคลุมผิวน้ำ (Oil film) ซึ่งจะมีผลในการขัดขวางการถ่ายเทหรือการเติมอากาศ เช่น ออกซิเจนจากบรรยากาศลงสู่น้ำได้ ในขณะที่หากอยู่ในระบบบำบัดน้ำเสีย นอกจากจะจับเป็นคราบคลุมผิวน้ำแล้ว บางส่วนจะไปจับอยู่กับกาก-ตะกอน (Sludge) ซึ่งเป็นของแข็งแขวนลอยที่เกิดขึ้นในระหว่างการบำบัดและสามารถส่งผลกระทบต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบได้

ตารางที่ 7-2 เปรียบเทียบมาตรฐานน้ำทิ้งที่เสนอแนะสำหรับโรงงานฆ่าและชำแหละสัตว์ที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะกับมาตรฐานน้ำทิ้งของต่างประเทศ

ดัชนีวิเคราะห์	หน่วย	มาตรฐานน้ำทิ้งที่เสนอแนะสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์	มาตรฐานน้ำทิ้งจากต่างประเทศ						
			เกาหลี	ญี่ปุ่น	เยอรมัน	อินเดีย	สิงคโปร์		
							1	2	3
บีโอดี	(มก./ล.)	≤ 30	≤ 50-100	≤ 160 (เฉลี่ยต่อวัน ≤ 120)	≤ 25	≤20	≤400	≤50	≤20
ซีโอดี	(มก./ล.)	≤ 120	≤ 80-100	≤ 160 (เฉลี่ยต่อวัน ≤ 120)	≤ 110	≤20	≤600	≤100	≤60
ของแข็งแขวนลอย	(มก./ล.)	≤ 50	≤ 80-100	≤ 200 (เฉลี่ยต่อวัน ≤ 150)	ไม่ได้กำหนด	≤30	≤400	≤50	≤30
ทีเคเอ็น	(มก./ล.)	≤ 100	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด[ก]	ไม่ได้กำหนด[ข]	ไม่ได้กำหนด		ไม่ได้กำหนด[ค]
ไขมันและน้ำมัน	(มก./ล.)	≤ 5	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด	≤5	≤60	≤10	≤5

หมายเหตุ ก = กำหนดเฉพาะแอมโมเนีย-ไนโตรเจน > 10 มก./ล.

ข = กำหนดแอมโมเนีย-ไนโตรเจน > 10 มก./ล. และไนเตรท-ไนโตรเจน > 10 มก./ล.

ค = กำหนดเฉพาะไนเตรท-ไนโตรเจน > 20 มก./ล.

1 = Sewer 2 = Watercourse 3 = Controlled Watercourse

7.3 เหตุผลในการเสนอแนะมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์

กระบวนการฆ่าสัตว์จะมีน้ำเสียออกจากกระบวนการผลิตในปริมาณมาก และเป็นน้ำเสียที่มีค่าบีโอดีและของแข็งแขวนลอยสูง ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานฆ่าสัตว์ส่วนใหญ่จึงเป็นแบบที่ใช้พื้นที่มาก คือ เป็นระบบบ่อหมักติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อผึ่ง หรืออาจเป็นแบบที่ใช้พื้นที่ขนาดปานกลาง คือเป็นระบบบ่อหมักติดตามด้วยบ่อเติมอากาศและบ่อผึ่ง ซึ่งในบ่อผึ่งมักจะมีการเติบโตของสาหร่ายจำนวนมากและสาหร่ายเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ค่าของของแข็งแขวนลอย บีโอดี และซีโอดีในน้ำทิ้งของโรงงานฆ่าสัตว์มีค่าสูงกว่ามาตรฐานของน้ำทิ้งโดยทั่วไป

ดังนั้น ในการเสนอแนะมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ จึงได้นำเสนอผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งที่เป็นจริงของโรงงานต่าง ๆ มาพิจารณาร่วมด้วย (ตารางที่ 7-3) และค่าที่เสนอจำเป็นต้องมีช่วงปลอดภัย เมื่อมีการผลิตสูงสุด นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีวิเคราะห์ต่าง ๆ ร่วมด้วย

7.3.1 <u>ของแข็งแขวนลอย</u>

ค่าของแข็งแขวนลอยที่กำหนดพิจารณาจากน้ำทิ้งที่ออกจากบ่อพักก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ในระบบบำบัดที่ใช้เวลายาวนานของแข็งแขวนลอยจะเป็นพวกแบคทีเรียโปรโตซัวและสาหร่าย การเกิดสาหร่ายในบ่อพักนอกจากจะเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้แล้ว ยังเป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นเพื่อเป็นแหล่งที่จะให้ออกซิเจนและบำบัดในขั้นสุดท้าย นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งของสาหร่ายยังถูกจำกัดด้วยวิธีทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์

จากข้อมูลผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์จำนวน 19 แห่ง (ตารางที่ 7-3) เมื่อนำค่าของแข็งแขวนลอยมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเลือกค่าที่มีโอกาสที่จะยอมรับ 80% ของข้อมูลทั้งหมด พบว่าค่าของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 44 มิลลิกรัม/ลิตร

ดังนั้นจึงกำหนดค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งมีค่าไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัม/ลิตร

7.3.2 <u>บีโอดี (BOD)</u>

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งของโรงงานฆ่าสัตว์ที่ค่าบีโอดีจะต่ำกว่ามาตรฐานกำหนด หากได้กรองสาหร่ายออกก่อนนั้น ในทางปฏิบัติการกรองน้ำทิ้งด้วยชั้นทรายหยาบก่อนระบายออกสู่ลำน้ำสาธารณะอาจจะช่วยแก้ไขปัญหาได้บ้าง แต่ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งของสาหร่ายจะถูกจำกัดด้วยวิธีทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์

ค่าบีโอดีที่กำหนดได้มาจาก

ค่าบีโอดีของสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่	⊦	10 มิลลิกรัม/ลิตร
ค่าบีโอดีของของแข็งแขวนลอย : 0.3* [SS]	=	15 มิลลิกรัม/ลิตร
รวม	⊦	25 มิลลิกรัม/ลิตร
ดังนั้น จึงกำหนดให้ใช้ค่าบีโอดีของน้ำทิ้งเป็น	⊦	**30 มิลลิกรัม/ลิตร**

(ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเลือกค่าบีโอดีที่มีโอกาสที่จะยอมรับ 80% จากข้อมูลผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ในตารางที่ 7-3 มีค่าเท่ากับ 29 มิลลิกรัม/ลิตร)

* เป็นค่าที่จำกัดมากจากการย่อยสลายโดยกระบวนการชีวภาพ (Firk, et al., 1991)

7.3.3 ซีโอดี (COD)

ค่าซีโอดีคำนวณจากค่าบีโอดีดังนี้

ค่าซีโอดีของสารละลาย*	⊦	80 มิลลิกรัม/ลิตร
ค่าซีโอดีของของแข็งแขวนลอย**	⊦	40 มิลลิกรัม/ลิตร
รวม	⊦	120 มิลลิกรัม/ลิตร
ดังนั้น จึงกำหนดให้ค่าซีโอดีของน้ำทิ้งเป็น	⊦	**120 มิลลิกรัม/ลิตร**

(ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเลือกค่าซีโอดีที่มีโอกาสที่จะยอมรับ 80% จากข้อมูลผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ในตารางที่ 7-3 มีค่าเท่ากับ 111.82 มิลลิกรัม/ลิตร)

* ประมาณการจากอัตราส่วนของซีโอดีต่อบีโอดีของน้ำทิ้ง $\simeq$ 8.0

** ประมาณการซีโอดีของแข็งแขวนลอย = 0.8 [SS]

(Firk,et at., 1991 กำหนดของแข็งแขวนลอย 1 มิลลิกรัม/ลิตร = ซีโอดี 0.8-1.6 มิลลิกรัม/ลิตร)

7.3.4 ทีเคเอ็น (TKN)

ในน้ำเสียก่อนการบำบัดมีค่าความสัมพันธ์ของสารอาหารในรูปบีโอดีต่อไนโตรเจนเป็น 36 ต่อ 1 หรือ 100 ต่อ 3 แต่ในการบำบัดน้ำเสียโดยการใช้อากาศมีค่านี้เป็น 100 ต่อ 10

ดังนั้น หากเลือกระบบบำบัดแบบไร้อากาศและแบบมีอากาศอย่างเหมาะสมก็จะกำจัดไนโตรเจนเกือบทั้งหมดในน้ำเสียออกไปอยู่ในรูปของมวลชีวภาพได้และที่เหลือก็จะถูกออกซิไดซ์ เมื่อระบบบำบัดมีความจุของบ่อเติมอากาศและบ่อพักเพียงพอ การที่น้ำทิ้งมีค่าไนโตรเจนสูงเนื่องมาจากไนโตรเจนของมวลชีวภาพ (ประมาณร้อยละ 30) รวมอยู่ในของแข็งแขวนลอย ทำให้ค่าทีเคเอ็นในทางทฤษฎีของน้ำทิ้งไม่ควรมากกว่า 15 มิลลิกรัม/ลิตร แต่เนื่องจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเลือกค่าทีเค

เอ็นที่มีโอกาสที่จะยอมรับ 80% จากข้อมูลผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ในตารางที่ 7-3 มีค่าเท่ากับ 76.3 มิลลิกรัม/ลิตร

ดังนั้น จึงกำหนดให้ค่าทีเคเอ็นในน้ำทิ้งเป็น ≯100 มิลลิกรัม/ลิตร

7.3.5 ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil)

การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบำบัดทางชีวภาพที่ดีหรือปกติ ไขมันและน้ำมันในน้ำทิ้งสุดท้ายไม่ได้มาจากไขมันและน้ำมันของสัตว์ที่ออกจากกระบวนการผลิต แต่มีสาเหตุมาจากสารประกอบประเภทไขมันและน้ำมันของมวลชีวภาพซึ่งเป็นของแข็งแขวนลอยที่เกิดขึ้นในระหว่างการบำบัดโดยมวลชีวภาพมีสารประกอบประเภทนี้อยู่ร้อยละ 10

ค่าไขมันและน้ำมันประมาณ 0.1[SS] = 5 มิลลิกรัม/ลิตร

ดังนั้น จึงกำหนดให้ไขมันและน้ำมันในน้ำทิ้งเป็น ≯5 มิลลิกรัม/ลิตร

(ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเลือกค่าไขมันและน้ำมันมีโอกาสที่จะยอมรับ 80% จากข้อมูลผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ในตารางที่ 7-3 มีค่าเท่ากับ 0.84 มิลลิกรัม/ลิตร)

ตารางที่ 7-3 ข้อมูลลักษณะสมบัติของน้ำเสียและน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์

ประเภทโรงงาน	BOD_5 (mg/l)		COD (mg/l)		SS (mg/l)		COD/BOD5		TKN (mg/l)		G&O (mg/l)	
	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
ฆ่าสัตว์ปีก	556	5.2	889	65	504	21	1.6	12.5	1240	14	205	<0.1
	420	11	885	36	500	16	2.11	3.27	95.48	31.9	71	<0.1
	792	10.8	1,750	33	504	8	2.21	3.06	97.4	9.6	284.8	<0.1
	559	4.1	968	42	414	48	1.73	10.24	87.6	3.4	132.4	<0.1
	927	21.2	1,713	267	730	37	1.85	12.6	133.6	53.1	224.7	1.6
	-	7.7	-	43	-	30	-	-	-	2.5	-	<0.1
	-	49.4	-	145	-	45	-	-	-	26.9	-	1.6
	-	18.7	-	-	-	93	-	-	-	64.1	-	-
	599	-	1,078	-	197	-	-	-	-	-	-	-
	615	16.2	1,040	80	1,082	32	1.69	4.94	-	-	-	-
	800	15	1,200	50	400	25	1.5	3.33	-	-	-	-
	901	20	1,434	126	1,014	34	1.59	6.3	-	-	-	-
	548	19.6	-	-	80	31	-	-	-	-	-	-
	800	20	-	-	600	50	-	-	-	-	-	-
	-	6	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-
ฆ่าสุกร	1,167	39	1,576	121	662	71	1.35	3.1	192	148	110	<0.1
	2,500	100	3,475	-	700	45	1.39	3.48	520	140	20	2
ฆ่าโค	2,950	9	7,080	61	660	23	2.4	6.78	588	14	14	nil
ฆ่าทั้งสุกรและโค	1,139	43	1,976	85	668	68	1.73	1.98	192	150	10	nil
	1,168	16	-	-	565	26	-	-	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	**1,027.60**	**22.7**	**1,928**	**88.77**	**580**	**37.8**	**1.76**	**5.96**	**225.56**	**54.8**	**119.1**	**0.54**
SD.	**706.89**	**22.58**	**1,695.94**	**64.85**	**254.73**	**21.42**	**0.33**	**3.81**	**190.87**	**58.11**	**100.83**	**0.77**
ค่าที่มีโอกาสยอมรับ 80%	**1,230**	**29**	**2412**	**111.82**	**653**	**44**	**1.86**	**7.06**	**30.7**	**76.3**	**200.64**	**0.84**