องค์ความรู้ในการพัฒนาอาชีพ

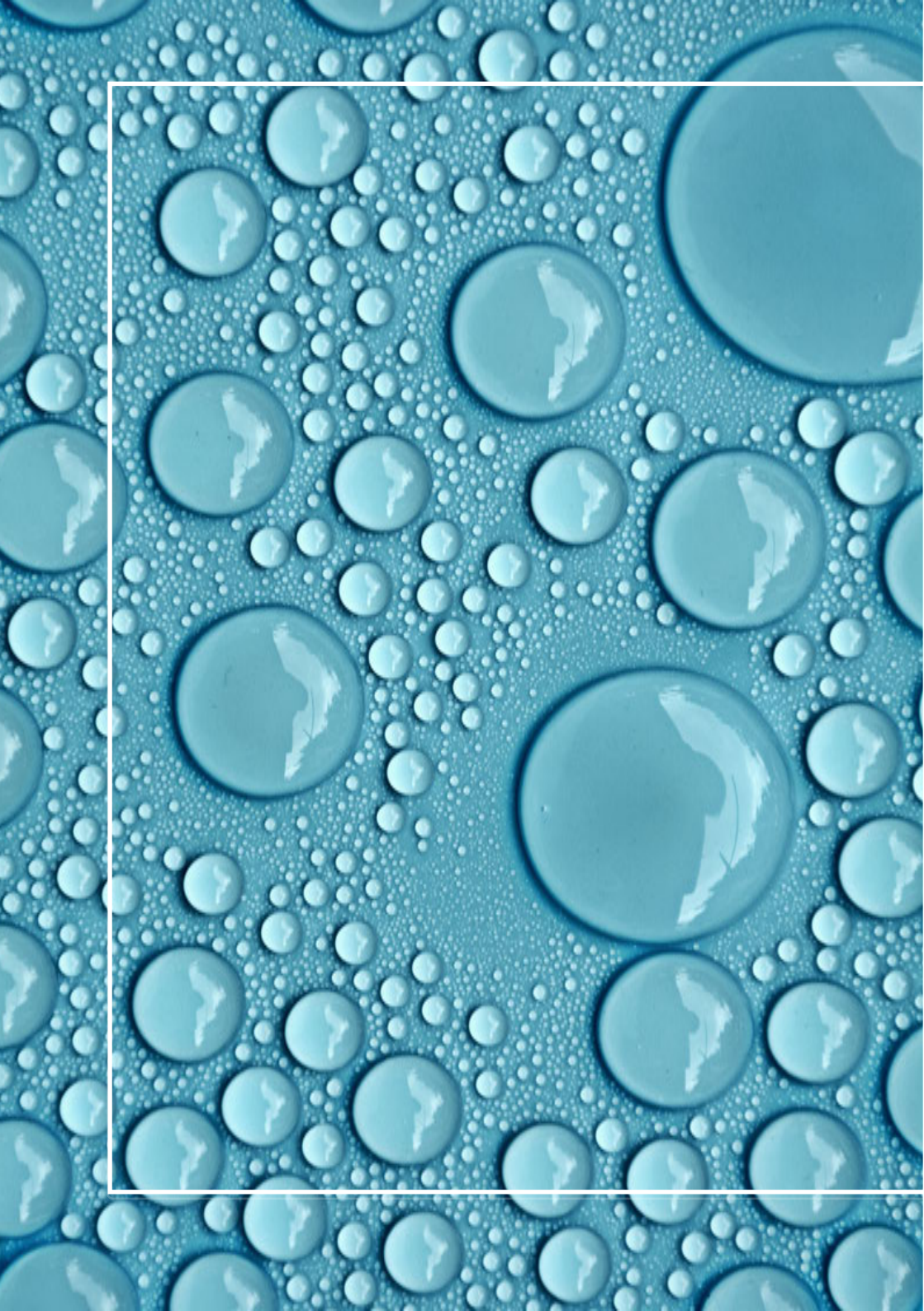
การผลิตน้ำดื่ม

แก้วปัญญา Kaewpanya

ISBN : 978-974-625-912-5 (Print)
ISBN : 978-974-625-911-8 (E-book)

องค์ความรู้ในการพัฒนาอาชีพ

การผลิตน้ำดื่ม



คำนำ

สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนเป็นหน่วยงานที่ให้บริการวิชาการและถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับชุมชนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา โดยสถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนได้ดำเนินการก่อตั้งโรงงานผลิตน้ำดื่มต้นแบบเพื่อการศึกษาซึ่งเป็นธุรกิจขนาดกลางมีแนวความคิดพื้นฐานของการวิเคราะห์ธุรกิจที่ครบถ้วนทั้งทางด้านการตลาดด้านเทคนิคและวิศวกรรม ด้านการเงิน ด้านการจัดการ ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการจัดตั้งโรงงานน้ำดื่มต้นแบบ และยังใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ทางด้านวิชาการให้แก่คณาจารย์และนักศึกษาในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่น ทางด้านเทคโนโลยีในการผลิตของสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมหรือการบริหารจัดการการบัญชี การตลาด และบริษัทจำลอง ตลอดจนบุคคล ภายนอกทั่วไปเข้ามาศึกษา ดูงาน และฝึกปฏิบัติ จากแหล่งเรียนรู้จริง

เล่มองค์ความรู้ในการพัฒนาอาชีพ การผลิตน้ำดื่ม เล่มนี้เกิดจากองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานในโรงงานน้ำดื่มเพื่อการศึกษาประกอบกับการเรียบเรียงเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยได้กล่าวถึงวัตถุดิบในการผลิตน้ำดื่มประกอบไปด้วย แหล่งน้ำและ บรรจุภัณฑ์ โดยสร้างความเข้าใจการผลิตน้ำดื่มเบื้องต้นถึงแหล่งที่มาของแหล่งน้ำ มาตราฐานคุณภาพของแหล่งน้ำต่างๆ รวมไปจนถึงบรรณจุภัณฑ์ที่นิยมใช้ในการบรรจุน้ำดื่ม ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษาหรือประชาชนทั่วไปที่ต้องการประกอบธุรกิจน้ำดื่มขนาดเล็กจนถึงขนาดกลางให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุดิบในการผลิตน้ำดื่มมากขึ้น

สารบัญ

6 น้ำดิบ

10 ประเภทน้ำผิวดิน

11 มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน

15 น้ำประปา

22 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก

24 บรรจุภัณฑ์

27 ชนิดของพลาสติก พลาสติกหรือโพลีเมอร์

30 ลักษณะของบรรจุภัณฑ์พลาสติก

31 **การผลิตขวด PET**

วัตถุดิบในการผลิตน้ำดื่ม

01 น้ำดิบ

1.1 แหล่งน้ำ

แหล่งน้ำธรรมชาติของเปลือกโลก และที่ผิวของโลก แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ แหล่งน้ำในบรรยากาศ (Atmospheric Water) ได้แก่ สถานะไอน้ำ เช่น เมฆ หมอก สถานะของเหลว ได้แก่ ฝน และน้ำค้าง และสถานะของแข็ง ได้แก่ หิมะ และลูกเห็บ เป็นต้น แหล่งน้ำผิวดิน (Surface Water) ได้แก่ น้ำในบรรยากาศที่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำและตกลงสู่ผิวโลก

ไหลลงมาขังตามแอ่งที่ต่ำ เช่น หนอง บึง แม่น้ำ ทะเล ทะเลสาบ เป็นต้น แหล่งน้ำใต้ดิน (Ground Water) เป็นน้ำที่ไหลซึมผ่านชั้นดิน และหิน ลงไปสะสมตัวอยู่ตามช่องว่างระหว่างอนุภาคดินและหิน น้ำชนิดนี้มีประโยชน์มาก และเป็นตัวการสำคัญในการควบคุมการแพร่กระจายพรรณพืช ตลอดจนเป็นตัวทำละลาย และตกตะกอนเป็นสารประกอบหลายอย่างใต้พื้นดิน น้ำที่เป็นส่วนประกอบทางเคมี (Chemical Water) ได้แก่ น้ำที่เป็นองค์ประกอบทางเคมี หรือเป็นองค์ประกอบในแร่ หิน และดิน และแหล่งน้ำในบรรยากาศ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำที่เป็นส่วนประกอบทางเคมี เช่น การเย็นตัวลงของหินอัคนี การผุพังของแร่ การเปลี่ยนแปลงจนมีปริมาณน้ำมากบนผิวโลก และใช้ระยะเวลายาวนานมาก (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ ,2525)

ในส่วนของการผลิตน้ำประปาโดยทั่วไปสามารถเลือกใช้แหล่งน้ำดิบ (RAW WATER RESOURCES) จากแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญ คือ แหล่งน้ำผิวดิน (SURFACE WATER) เช่น น้ำจากแม่น้ำ คลอง เขื่อน อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น และ แหล่งน้ำใต้ดิน (GROUND WATER) เช่น น้ำจากบ่อน้ำบาดาล เป็นต้น โดยเฉพาะแหล่งน้ำจืด (FRESH WATER) เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนและดำเนินการต่ำ ในบางพื้นที่ บางประเทศที่ขาดแคลนแหล่งน้ำจืด

อาจจำเป็นต้องผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำเค็ม (SALINE WATER) เช่น น้ำจากทะเล มหาสมุทร เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่สามารถผลิตน้ำดังกล่าวได้ แต่ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและดำเนินการสูง สำหรับแหล่งน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปาต้องเป็นแหล่งน้ำที่มีปริมาณน้ำเพียงพอต่อความต้องการ เช่น การประปานครหลวงต้องผลิตน้ำในปริมาณมาก หลายล้านลูกบาศ์กเมตรต่อวัน เพื่อรองรับการใช้น้ำของประชาชนจำนวนมากที่อยู่อาศัยกันอย่างหนาแน่น การใช้น้ำดิบจากแหล่งน้ำใต้ดินหรือบ่อบาดาลอาจมีปัญหาเรื่องความเพียงพอของปริมาณน้ำดิบ รวมถึงผลกระทบจากการทรุดตัวของแผ่นดินเนื่องจากการสูบน้ำบาดาลมาใช้ การเลือกแหล่งน้ำดิบหรือจุดรับน้ำดิบนอกจากพิจารณาที่ปริมาณน้ำ (QUANTITY) ที่ต้องมีเพียงพอกับความต้องการใช้น้ำตลอดทั้งปีแล้ว อีกปัจจัยที่ต้องพิจารณา คือ คุณภาพน้ำดิบ (QUALITY) การที่น้ำดิบมีคุณภาพดี ส่งผลให้ระบบประปาในส่วนของกระบวนการผลิตหรือกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำไม่ต้องใช้กระบวนการที่ซับซ้อน หรือต้องใช้เทคโนโลยีสูงมากนัก ทั้งนี้จะเป็นผลดีต่อค่าใช้จ่ายในการลงทุนและดำเนินการที่ไม่สูงเกินไป

สายน้ำมีคุณภาพแตกต่างกันออกไปแล้วแต่ช่วงต่าง ๆ ของแม่น้ำทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ประการ ปัจจัยแรก คือ ธรรมชาติของพื้นที่รับน้ำ (WATERSHED AREA) ของลุ่มน้ำต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดแม่น้ำสายนั้นๆและ

ปัจจัยที่สองคือ การไหลผ่านชุมชนหรือพื้นที่ซึ่งอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนจากสิ่งต่างๆ ลงสู่แม่น้ำ และจากปัจจัยข้างต้นสรุปได้ว่าโดยทั่วไปคุณภาพน้ำที่ต้นน้ำมักมีคุณภาพน้ำที่ดีกว่าปลายน้ำ และคุณภาพน้ำจะต่ำลงในกรณีที่ไหลผ่านชุมชน เนื่องจากอาจเกิดการปนเปื้อนจากของเสียจากชุมชน ของเสียเป็นสารอินทรีย์ มักเกิดจากของเสียของมนุษย์แม่น้ำตามธรรมชาติสามารถฟอกหรือบำบัดตัวเองได้ (SELF PURIFICATION) โดยอาศัยธรรมชาติ คือ สายลม แสงแดด และจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้นได้แต่ของเสียต้องไม่มากเกินไปจนธรรมชาติรับไม่ได้ ดังนั้นคุณภาพน้ำหลังจากปนเปื้อนจากสารอินทรีย์เมื่อปล่อยไประยะเวลาหนึ่ง คุณภาพน้ำจะดีขึ้นได้เองโดยธรรมชาติ การนำน้ำดิบเข้าสู่โรงผลิตน้ำสามารถเลือกใช้ได้อยู่สองระบบ ระบบเปิด คือ คลองส่งน้ำดิบ และ ระบบปิด คือ ท่อหรืออุโมงค์ส่งน้ำดิบทั้งสองระบบมีข้อดีและข้อจำกัดอยู่ เช่น ในเรื่องค่าก่อสร้าง ท่อหรืออุโมงค์ส่งน้ำจะมีราคาก่อสร้างสูงกว่า โดยเฉพาะถ้าต้องส่งน้ำดิบปริมาณมาก นอกจากนี้ การบำรุงรักษาระบบของระบบปิดต้องยุ่งยากกว่าระบบเปิด แต่ระบบปิดมีข้อดีที่สำคัญ คือ การป้องกันการปนเปื้อนจากของเสียต่าง ๆ ดีกว่าระบบเปิดมาก ถึงแม้ระบบเปิดจะมีข้อจำกัดเรื่องการปนเปื้อน แต่ข้อดีนอกจากค่าก่อสร้างและการบำรุงรักษาแล้ว ข้อดีอีกประการคือ SELF PURIFICATION ของน้ำดิบในคลองประปาทำให้คุณภาพน้ำ เมื่อถึงโรงผลิตน้ำมีคุณภาพน้ำดีขึ้น ดังนั้น การเลือกใช้ระบบเปิดก็สามารถทำได้ การเลือกแหล่งน้ำดิบทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพน้ำดิบ รวมทั้งการนำน้ำดิบเข้าสู่โรงผลิตน้ำมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง และเป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตน้ำประปาให้ได้ตามมาตรฐาน โดยทั่วไปมักนิยมเลือกแหล่งน้ำดิบในแง่คุณภาพให้ได้ตามค่ามาตรฐานน้ำดิบที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (WHO) ซึ่งกำหนดเป็นมาตรฐานในแต่ละดัชนีคุณภาพหรือพารามิเตอร์ไว้ ค่ามาตรฐานบางพารามิเตอร์ โดยเฉพาะพารามิเตอร์ที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพ เช่นพวกโละหนักต่าง ๆ มีการกำหนดไว้ว่าต้องมีค่าไม่เกินเท่าใดซึ่งค่าดังกล่าวค่อนข้างสอดคล้องกับค่ามาตรฐานน้ำดื่ม ที่เป็นเป้าหมายหรือค่ามาตรฐานของโรงผลิตน้ำที่ต้องผลิตน้ำให้ได้คุณภาพ

ตารางที่ 1
ประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทที่ 1

แหล่งน้ำการใช้ประโยชน์
ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ
(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
(2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2

ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ
(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
(3) การประมง
(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3

ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ
(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
(2) การเกษตร

ประเภทที่ 4

ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ
(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน
(2) การอุตสาหกรรม
ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 2
มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2]/ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			ประเภท1	ประเภท2	ประเภท3	ประเภท4	ประเภท5	
1.สี กลิ่นและรส (Colour,Odour and Taste)	-	-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	ธ'	เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) วัดขณะทำการเก็บตัวอย่าง
2.อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	ธ'	เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH meter)ตามวิธีหาค่าแบบ Electrometric
3.ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	-	ธ	5-9	5-9	5-9	5-9	Azide Modification
4.ออกซิเจนละลาย (DO)[2/]	มก./ล.	P20	ธ	6.0	4.0	2.0	2.0	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน
5.บีโอดี (BOD)	มก./ล.	P80	ธ	1.5	2.0	4.0	4.0	Multiple Tube Fermentation Technique
6.แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bateria)	เอ็ม.พี.เอ็น /100 มล.	P80	ธ	1,000	4,000	-	-	Cadmium Reduction
7.ไนเตรต (NO_3)ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ		5.0		-	Multiple Tube Fermentation Technique
8.แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ		0.5		-	Cadmium Reduction

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2]/ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			ประเภท1	ประเภท2	ประเภท3	ประเภท4	ประเภท5	
9.ฟีนอล (Phenols)	มก./ล.	-	ธ		0.005			Distillation,4-Amino antipyrene
10.ทองแดง (Cu)	มก./ล.	-	ธ		0.1			Atomic Absorption-Direct Aspiration
11.นิคเกิล (Ni)	มก./ล.	-	ธ		0.1			Atomic Absorption-Direct Aspiration
12.แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	-	ธ		1.0			Atomic Absorption-Direct Aspiration
13.สังกะสี (Zn)	มก./ล.	-	ธ		1.0			Atomic Absorption-Direct Aspiration
14.แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	-	ธ		0.005* 0.05**			Atomic Absorption-Direct Aspiration
15.โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr Hexavalent)	มก./ล.	-	ธ		0.05			Atomic Absorption-Direct Aspiration
16.ตะกั่ว (Pb)	-	-	ธ		0.05			Atomic Absorption-Direct Aspiration
17.ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มก./ล.	-	ธ		0.002			Atomic Absorption-Cold Vapour Technique
18.สารหนู (As)	มก./ล.	-	ธ		0.01			Atomic Absorption-Direct Aspiration
19.ไซยาไนด์ (Cyanide)	มก./ล.	-	ธ		0.005			Pyridine-Barbituric Acid
20. กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) -ค่ารังสีแอลฟา (Alpha) -ค่ารังสีเบตา (Beta)	เบคเคอเรล/มก/ล.	-	ธ		0.1 1.0			Low Background Proportional Counter

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2]/ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			ประเภท1	ประเภท2	ประเภท3	ประเภท4	ประเภท5	
21.สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)	มก./ล.	-	ธ		0.05			Gas-Chromatography
23.ดีดีที (DDT)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ		1.0			Gas-Chromatography
24.บีเอชซีชนิดแอลฟ่า (Alpha-BHC)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ		0.02			Gas-Chromatography
25.ดิลดริน (Dieldrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ		0.1			Gas-Chromatography
26.อัลดริน (Aldrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ		0.1			Gas-Chromatography
27.เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlore poxide)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ		0.2			Gas-Chromatography
28.เอนดริน (Endrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ		ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			Gas-Chromatography

หมายเหตุ :1/กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

2/ ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ'อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO3 เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ซ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

วิธีการตรวจสอบเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย StandardMethods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA : American Public Health Association ,AWWA : American Water Works Association และ WPCF : Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนด

ที่มา: รักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

1.2 น้ำประปา

การผลิตน้ำประปาโดยใช้แหล่งน้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำดิบนั้น เป็นระบบที่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีคุณภาพดีเพียงพอก่อนที่จะส่งจ่ายตามท่อให้แก่ผู้ใช้น้ำ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำผิวดินที่มีอยู่ในธรรมชาติส่วนใหญ่ไม่เหมาะจะนำมาใช้โดยตรง เพราะอาจมีสารบางอย่างหรือเชื้อโรคต่าง ๆ ปะปนอยู่ ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดโรคและเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของผู้ใช้น้ำได้

องค์การอนามัยโลกได้ให้นิยามของวัตถุประสงค์ในการทำระบบประปาไว้ 3 ประการ คือ

1) ผลิตน้ำสะอาดเพื่อใช้ในการอุปโภคได้โดยปลอดภัย (Safe and Wholesome)

2) ผลิตน้ำให้พอกับความต้องการของผู้ใช้น้ำ (Adequate Quantity)

3) ใช้ต้นทุนการผลิตต่ำ และพร้อมที่จะจ่ายน้ำให้แก่ผู้ต้องการใช้น้ำได้อย่างทั่วถึง (Readily Available to the Users) การผลิตน้ำให้ได้ปริมาณเพียงพอต่อความต้องการและมีคุณภาพดี ดังนั้น ระบบผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดินโดยทั่วไปจำเป็นต้องมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ 1) แหล่งน้ำ 2) ระบบโรงผลิตน้ำ และ 3) ระบบจ่ายน้ำ ซึ่งส่วนที่มีความสำคัญที่สุดในการผลิตน้ำประปา คือ ระบบโรงผลิตน้ำ อันมีบทบาทสำคัญในการทำความสะอาดน้ำแปรสภาพน้ำดิบให้มีคุณภาพดีพอจนสามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้อย่างปลอดภัย อย่างไรก็ตาม แหล่งน้ำและระบบจ่ายน้ำก็นับว่ามีความสำคัญต่อการผลิตน้ำประปาให้มีคุณภาพดีเช่นกัน ดังนั้นในการจัดสร้างระบบผลิตน้ำประปา จะต้องให้ความสำคัญกับองค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนไปพร้อมกัน

ในกรณีที่แหล่งน้ำดิบมีความขุ่นสูงจนไม่สามารถตกตะกอนได้หมด หรือระบบถังกรองไม่สามารถกรองความขุ่นออกได้หมด จึงจำเป็นต้องมีการใส่สารเคมีเพื่อช่วยในการตกตะกอนสารแขวนลอยเหล่านี้ออกจากน้ำก่อนจะทำการกรองและฆ่าเชื้อโรคต่อไป สารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนสารแขวนลอยในระบบประปาโดยทั่วไปแล้วนิยมใช้สารส้ม (อะลูมิเนียมซัลเฟต) เนื่องจากมีประสิทธิภาพดี ใช้งานง่าย และมีราคาไม่แพง อย่างไรก็ตาม อาจจำเป็นต้องมีการเติมสารเคมีอื่น ๆเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงให้น้ำประปาที่ผลิตได้มีคุณภาพดีขึ้น เช่น ปูนขาว โซดาแอช เป็นต้น สำหรับการเติมสารเคมีจำเป็นจะต้องมีระบบในการเติมสารเคมี โดยอาจใช้ระบบเครื่องปั๊มจ่ายสารเคมีแบบต่าง ๆ หรือระบบการจ่ายสารเคมีโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำประปาที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม ในการผลิตน้ำประปาให้ได้คุณภาพดีและประหยัดค่าใช้จ่าย ควรมีการทดสอบเพื่อหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมสำหรับใช้ตกตะกอนสารแขวนลอยในน้ำดิบในแต่ละวัน ซึ่งสามารถกระทำได้ 2 วิธี ดังนี้ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2532)

1.2.1 ระบบผลิตน้ำประปา

หลังจากเติมสารเคมีด้วยเครื่องจ่ายสารเคมีแล้วน้ำจะไหลเข้าสู่ถังกวนเร็ว เพื่อผสมให้สารเคมีกระจายเข้ากับน้ำดิบอย่างทั่วถึงและสามารถทำลายเสถียรภาพ ของอนุภาคสารแขวนลอยได้ การออกแบบถังกวนเร็วมีวัตถุประสงค์เพื่อให้น้ำเกิดความปั่นป่วน (Turbulence) เทคนิคที่ใช้ในการกวนเร็วเป็นปัจจัยในการกำหนดกลไกการเกิดการตกตะกอนด้วย ซึ่งการกวนเร็วสามารถออกแบบได้หลายรูปแบบ เช่น การท้าไฮดรอลิกจั๊มป์(Hydraulic Jump) การ ใช้เครื่องกวนในท่อ (Static Mixer) หรือเครื่องบดในท่อ (In-Line Blender) และการใช้เครื่องจักรกล ใบพัด (Mechanical Mixer) เป็นต้น

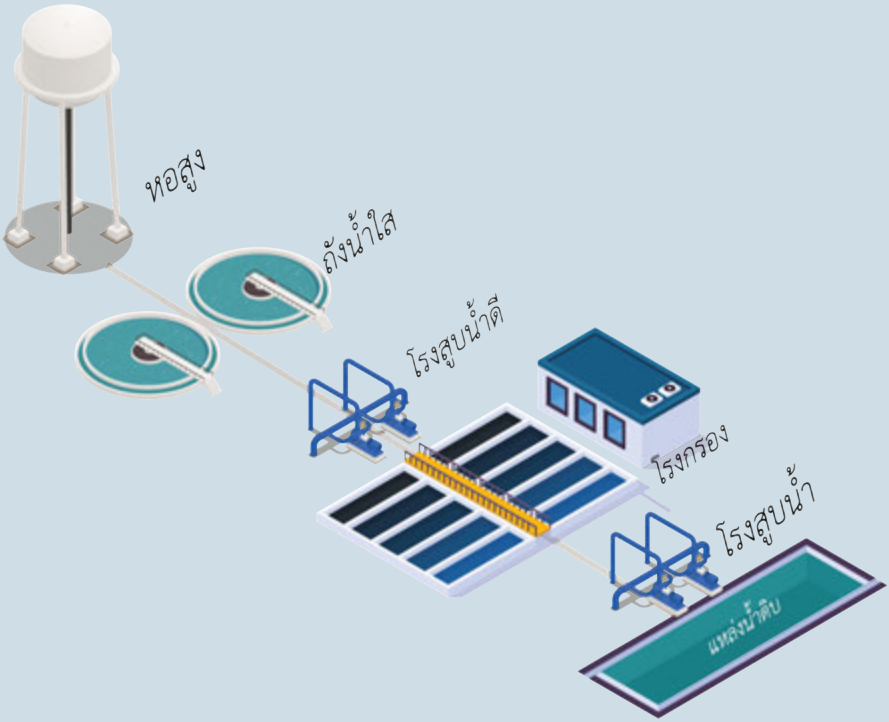
1) ไฮดรอลิกจั๊มป์ (Hydraulic Jump) เป็นการอาศัยปรากฏการณ์ที่มวลน้ำซึ่งไหล ด้วยความเร็วสูงแล้วเปลี่ยนเป็นความเร็วต่ำอย่างกะทันหัน ทำให้เกิดพื้นที่หน้าตัดที่ตั้งฉากกับทิศ ทางการไหลใหญ่ขึ้นและระดับน้ำสูงขึ้นด้วย วิธีการนี้เป็นวิธีที่เหมาะกับประเทศกำลังพัฒนาเนื่องจากไม่ต้องอาศัยเครื่องจักรกลใดเลย ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาซ่อมแซมหรือบำรุงรักษา

2) การใช้อุปกรณ์ติดตั้งในเส้นท่อ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ชนิดติดตั้งเป็นส่วนหนึ่งของท่อส่งน้ำ มีหน้าที่ในการสร้างความปั่นป่วนให้กับน้ำในเส้นท่อ อุปกรณ์เหล่านี้ ได้แก่ เครื่องกวนในท่อ (Static Mixer) หรือเครื่องบดในท่อ (In-Line Blender) เครื่องกวนในท่อ (Static Mixer) เป็นอุปกรณ์ที่มี ลักษณะเฉพาะ คือ ไม่ต้องอาศัยพลังงานจากภายนอกเลย เพราะไม่มีส่วนใดของอุปกรณ์ที่เคลื่อนไหวได้ ใบพัดมีลักษณะบิดเป็นเกลียวจะถูกติดตายตัวอยู่ในท่อสั้น ๆ ซึ่งจะนำไปต่อเข้ากับท่อส่งน้ำดิบได้เลย เมื่อน้ำดิบไหลผ่านใบพัดในท่อจะทำให้เกิดความปั่นป่วนได้อย่างเพียงพอ ส่วนเครื่องบดในท่อ (In-Line Blender) นั้นเป็นอุปกรณ์เครื่องกวนขนาดเล็กที่สามารถติดตั้งอยู่ในท่อส่งน้ำ โดยมีรอบหมุนจัดมาก การผสมกันระหว่างสารเคมีและน้ำจึงเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว โดยต้องการเวลาสัมผัส ประมาณ 0.5 วินาทีเท่านั้น

3) การใช้เครื่องจักรกลใบพัด (Mechanical Mixer) การใช้ใบพัดกวนน้ำแบบธรรมดาเป็นแบบที่ใช้กันมากที่สุด ข้อดีของถังชนิดนี้ คือ มีประสิทธิภาพสูง สูญเสียเฮดต่ำ และรับความแปรปรวนของอัตราการไหลของน้ำได้ แต่มีข้อเสีย คือจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกลในการกวน

หลังจากกวนเร็วแล้วน้ำจะไหลเข้าสู่ถังกวนช้าหรือถังรวมตะกอน (Flocculation Tank) ซึ่งอัตราความเร็วของน้ำจะลดลง ทำให้ตะกอนที่เกิดขึ้นมีโอกาสรวมตัวกันเพื่อเกิดเป็นเม็ดตะกอนหรือที่เรียกว่า “ฟล๊อก” ขนาดของเม็ดตะกอนที่เกิดขึ้นนี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของปริมาณสารเคมีที่เติมลงไปในน้ำดิบโดยจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้เกิดเม็ดตะกอนเนื่องจากต้องการให้ตะกอนมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้นจนสามารถเอาชนะแรงที่เกิดจากการไหลของน้ำเพื่อให้ตะกอนสามารถตกลงสู่ก้นถังตกตะกอนต่อไปได้

ในถังตกตะกอนควรจะต้องมีระบบกำจัดสลัดจ์หรือตะกอนที่อยู่ก้นถังออกไป ซึ่งอาจทำได้โดยการสูบออกหรือใช้แรงดันน้ำระบายออกจากประตูน้ำที่ก้นถัง นอกจากนี้อาจมีการติดตั้งเครื่องกวาดตะกอนช่วย น้ำใสที่ผ่านถังตกตะกอนในระบบประปาควรมีการใส่สารเคมีถูกต้องและมีการกำจัดตะกอนก้นถังออกอย่างสม่ำเสมอ สำหรับถังกรองน้ำในระบบผลิตน้ำประปา โดยทั่วไปจะประกอบด้วยทรายกรองซึ่งเป็นทรายแม่น้ำที่ผ่านการคัดขนาดแล้ว โดยในระหว่างการก่อสร้างถังกรองทรายกรองจะต้องผ่านการทดสอบเพื่อหาค่าขนาดสัมฤทธิ์ (Effective Size) ความสม่ำเสมอ (Uniformity Coefficient) และความแกร่ง (Acid Solubility) ของทรายที่ใช้ ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการออกแบบหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อให้ถังกรองมีประสิทธิภาพในการ กรองตะกอนขนาดเล็กและสารแขวนลอยในน้ำที่เหลือจากการตกตะกอนออกให้หมด น้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะมีค่าความขุ่นไม่เกิน 5 NTU สีไม่เกิน 15 หน่วย อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้ทรายกรองไประยะหนึ่งแล้วผู้ดูแลจะต้องทำการล้างหน้าทรายและเติมทรายเพิ่มเมื่อความหนาของชั้นทรายลดลง ซึ่งจะช่วยรักษาประสิทธิภาพในการกรองของถังกรอง โดยปกติแล้วในระบบประปาที่ทำการผลิต 24 ชั่วโมง จะต้องมีการล้างทรายกรองอย่างน้อยวันละครั้ง หรืออาจตรวจดูจากระดับน้ำในถังกรองขณะเดินระบบว่ามีระดับสูงขึ้นมากผิดปกติหรือไม่ นอกจากการล้างหน้าทรายเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอแล้ว ผู้ดูแลจำเป็นต้องสังเกต และตรวจสอบสภาพของทรายกรองและความหนาของชั้นทรายในถังกรองอย่างสม่ำเสมอด้วย หลังจากผ่านการกรองแล้วน้ำใสที่ได้จะยังคงมีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ จำเป็นต้องมี การใช้สารเคมีช่วยในการฆ่าเชื้อโรค ซึ่งสารเคมีที่นิยมใช้นั้นคือ คลอรีน โดยอาจใช้ในรูปแก๊สหรือปูน คลอรีนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบและความเหมาะสม



ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างระบบผลิตน้ำประปาของระบบประปาผิวดิน

2.2.2 ระบบจ่ายน้ำ

ในระบบจ่ายน้ำ ท่อจ่ายน้ำควรมีแรงดันพอเพียงในการส่งน้ำให้ไหลไปถึงบ้านผู้ใช้น้ำที่อยู่ห่างไกลปลายท่อ เช่นท่อจ่ายน้ำให้แก่ผู้ใช้น้ำบริเวณที่พักอาศัยหรือย่านธุรกิจควรมีแรงดันไม่ต่ำกว่า 2.81 และ 4.20 – 5.25 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งอาจใช้เครื่องปั๊มน้ำสูบน้ำจากถังน้ำใสส่งเข้าสู่ท่อน้ำโดยตรงเพื่อให้มีแรงดันน้ำเพียงพอ แต่ในกรณีของระบบประปาขนาดเล็ก ซึ่งมีขอบเขตการให้บริการไม่กว้างมากนัก แรงดันในการจ่ายน้ำอาจจะไม่สูงมากนัก แต่ต้องสัมพันธ์กับระยะทางระบบผลิตถึงบ้านผู้ใช้น้ำด้วย ในกรณีระบบผลิตจัดสร้างอยู่ในที่สูงกว่าชุมชนโดยรอบ และมีการจัดสร้างหอถังสูงเพื่อสูบน้ำขึ้นไปเก็บไว้แล้วปล่อยน้ำไหลลงมาในท่อจ่าย ซึ่งจะเป็นการเพิ่มแรงดันในเส้นท่อโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง อย่างไรก็ตาม ในการออกแบบท่อและอุปกรณ์จ่ายน้ำต้องมี การควบคุมค่าแรงดันไม่ให้สูงเกินไปเช่นกัน เนื่องจากจะทำให้ท่อแตกและเสียหายง่าย เกิดการสูญเสียน้ำในระบบจ่ายมากขึ้น ซึ่งไม่เป็นผลดีกับการประกอบกิจการประปา ไม่เพียงเท่านี้อายุการใช้งานของท่อที่ผลิตจากวัสดุแตกต่างกันก็จะแตกต่างกันด้วย ดังนั้น ในระบบประปาที่มีอายุการใช้งานยาวนานมากแล้วอาจจะต้องมีการพิจารณาเปลี่ยนท่อจ่ายน้ำใหม่ด้วย ทั้งนี้ เพื่อให้ไม่ให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำที่จ่ายแก่ผู้ใช้บริการ หลังจากผลิตน้ำประปาแล้วสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ การตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาโดยเฉพาะการตรวจสอบปริมาณคลอรีนหลงเหลือในน้ำประปาในระบบจ่ายน้ำ ซึ่งจะต้องมีปริมาณคลอรีนอิสระหลงเหลือในน้ำประปา 0.2 – 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร เพื่อเป็นสารฆ่าเชื้อโรคที่อาจปนเปื้อนในน้ำประปาในระบบจ่ายน้ำด้วย นอกจากนี้ควรมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาด้านอื่น ๆ เป็นประจำทุกเดือน ทั้งทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา เพื่อเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและให้เกิดความมั่นใจของผู้ใช้น้ำด้วย (กรมทรัพยากรน้ำ, 2547)

ตารางที่ 3.

มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก (WHO) ปี 2011

รายการ (Parameter)	หน่วย (Units)	มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา
1. คุณลักษณะทางกายภาพ		
สีปรากฏ (Apperancecolour	Pt-Co Unit	15
รสและกลิ่น(Taste and odour)	-	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
ความขุ่น (Turbidity)	NTU	4
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	6.5 - 8.5
2.คุณลักษณะทางเคมี		
ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด	mg/l	600
(Total dissolved solids)		
เหล็ก (Iron)	mg/l	0.3
แมงกานีส(Manganese)	mg/l	0.3
ทองแดง (Copper)	mg/l	2.0
สังกะสี (Zinc)	mg/l	0.3
ความกระด้างทั้งหมด	mg/l	300
(Total hardness as CaCO3)		
ซัลเฟต(Sulfate)	mg/l	250
คลอไรด์(Chloride)	mg/l	250
3.คุณลักษณะทางเคมี		
คลอไรด์(Chloride)	mg/l	0.7
ฟลูออไรด์ (Fluoride)	mg/l	50
ไนเตรทในรูปไนเตรท(Nitrate as NO3)	mg/l	3

รายการ (Parameter)	หน่วย (Units)	มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา
4.คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา		
โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform bacteria)	ต่อ100ml	ต่อ100ml
อีโคไล (E.coli)	ต่อ100ml	ต่อ100ml
สแตฟฟิลโลค็อกคัส ออเรียส(Staphylococcusaureus)	ต่อ100ml	ต่อ100ml
แซลโมเนลลา (Salmonellaspp.)	ต่อ100ml	ต่อ100ml
คลอสทริเดียมเพอร์ฟริงเจนส์ (Clostridium perfringens)	ต่อ100ml	ต่อ100ml
5.สารเป็นพิษ		
ปรอท (Inorganic mercury)	mg/l	0.001
ตะกั่ว (Lead)	mg/l	0.01
สารหนู (Arsenic)	mg/l	0.01
ซีลีเนียม(Selenium)	mg/l	0.01
โครเมียม (Chromium)	mg/l	0.05
แคดเมียม (Cadmium)	mg/l	0.003
แบเรียม (Barium)	mg/l	0.7
ไซยาไนด์ (Cyanide)	mg/l	0.07
6.สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช		
อัลดรินและดิลดริน (Aldrin and dieldrin)	µg/l	µg/l
คลอเดน (Chlordane)	µg/l	µg/l
ดีดีที (DDT)	µg/l	µg/l
เฮปตาคลอและเฮปตาคลออีพอกไซด์ (Heptachlor and heptachlor epoxide)	µg/l	µg/l
7.สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช		
เฮกซะคลอโรเบนซีน(Hexachlorobenzene)	µg/l	1
ลินเดน (Lindane)	µg/l	2
เมททอกซิคลอร์ (Methoxychlor)	µg/l	20

02 บรรจุภัณฑ์

สำหรับการผลิตน้ำดื่ม บรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้มี 2 ประเภท คือ บรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติก และ บรรจุภัณฑ์ขวดแก้ว ซึ่งแต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียต่างกัน โดยบรรจุภัณฑ์ประเภทขวดแก้วข้อดีคือใส ภาชนะสามารถนำมาใช้ใหม่ได้แต่มีข้อเสียคือสามารถแตกได้ง่าย ดังนั้นจึงจะเห็นว่าน้ำดื่มส่วนใหญ่ใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติก โดยมีรายละเอียดเนื้อหาดังนี้

คุณสมบัติของพลาสติก ต่อการนำมาทำบรรจุภัณฑ์

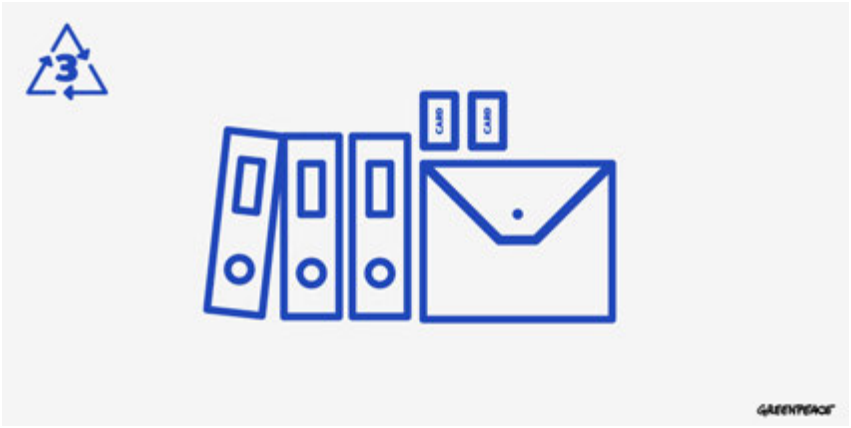
ข้อดี	ข้อเสีย
พลาสติกมีคุณสมบัติที่ดี และทำให้ได้รับความนิยมอย่างมากได้ดังนี้ 1. มีน้ำหนักเบา ไม่นำความร้อน ไม่นำไฟฟ้า มีความเหนียว 2. ราคาไม่แพง 3. สามารถป้องกันการซึมของอากาศ น้ำ ไขมัน 4. ทนต่อความร้อนหรือเย็น 5. สามารถแปรรูปได้ง่ายมีให้เลือกหลายชนิด 6. สามารถใช้ร่วมกับวัสดุบรรจุภัณฑ์อื่นๆ ได้ดี 7. สามมารถพิมพ์สีและลวดลายต่างๆ ลงบนภาชนะได้ไม่ยาก	1. มีความแข็งแรงน้อยใช้ได้จำกัด 2. ยากต่อการทำลาย 3. กระบวนการผลิตส่วนมาก กระทำได้ในส่วนของอุตสาหกรรม 4. มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค ข้อพิจารณาด้านคุณสมบัติของพลาสติกในการเลือกนำบรรจุภัณฑ์มีดังนี้ 1. ความปลอดภัย 2. การแพร่กระจาย 3. เนื้อพลาสติก 4. ความมันวาว 5. ความใส/ความขุ่นมัว 6. ความหนา 7. การต้านแรงดึงและการยืดตัว 8. การต้านไขมัน/น้ำมัน 9. การต้านแรงฉีกขาดความแข็งแรง 10. การรั่วซึม 11. ความคงทนต่อการขัด 12. ความทนต่ออุณหภูมิ สารเคมี

2.1 ชนิดของพลาสติก พลาสติกหรือโพลีเมอร์ (Polymer)

คือวัสดุประกอบด้วยมาโครโมเลกุล ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ โดยวัตถุดิบในการผลิตพลาสติกอยู่ในรูปของเม็ด และผงจะถูกโรงงานนำไปแปรรูปซึ่ง เราสามารถแยกชนิดของพลาสติกออกเป็น 7 กลุ่ม ซึ่งในบรรจุภัณฑ์มัก มีการใช้รหัสบอกชนิดของพลาสติกเอาไว้เพื่อความสะดวกในการคัดแยก โดยพลาสติกแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือโพลีเอสเตอร์ PET มีความใส มีแรงทนทานและเหนียวทนความร้อนและเย็น สามารถทำเป็นรูปเหลี่ยมลอนต่างๆ ใน พื้นผิวได้ดีป้องกันการผ่านของก๊าซได้ดี นิยมนำมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ขวดน้ำดื่ม ขวดน้ำปลา เป็นต้น

กลุ่มที่ 2 คือโพลีเอทีลีนชนิดความหนาแน่น สูง HDPEเป็นพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูง ค่อนข้างนิ่มมีความเหนียวไม่แตกง่าย นิยม นำมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์ทำความสะอาดเช่น แชมพู ถุงร้อนชนิดขุ่น ขวดนม เป็นต้น



กลุ่มที่ 3 คือโพลีไวนิลคอลไรด์ PVC มีความแข็งแรงเหนียวยืดหยุ่นมีลักษณะคล้ายยางมีคุณสมบัติเหลว เหนียว มากกว่าพลาสติกอื่น ๆ

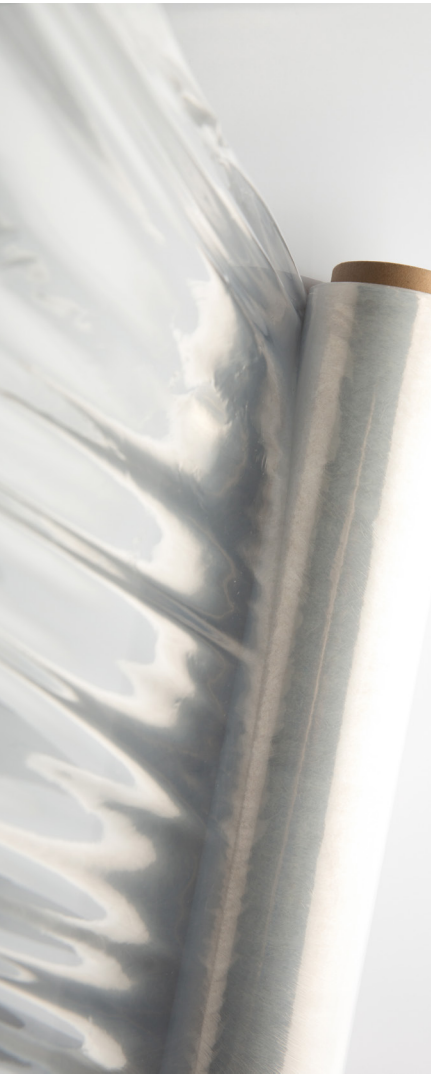
กลุ่มที่ 4 เป็นพลาสติกที่มีความหนาแน่นต่ำ LDPE สัญลักษณ์ คือ มีความแน่นกว่า มีความเหนียวยืดตัวได้ระดับหนึ่ง ส่วนใหญ่ใสมองเห็นได้จุดหลอมเหลว 110 องศาเซลเซียส นิยมนำมาใช้ทำแผ่นฟิล์ม ห่ออาหารและห่อของ

กลุ่มที่ 5 โพลีพรอพพีลีน PP เป็นพลาสติกที่ส่วนใหญ่มีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ มีความแข็งและเหนียว คงรูป ทนต่อความร้อนและสารเคมี นิยมนำมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารในครัวเรือน เช่น ถุงร้อนชนิดใส ชาม อุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิด ทำแผ่นฟิล์มหด และถุงบรรจุขนมกรอบเคี้ยวต่าง ๆ ใช้ทำขวด ฝาจุกขวดไม่นิยมใช้บรรจุภัณฑ์อาหารแช่แข็ง เพราะเปราะ

กลุ่มที่ 6 คือโพลีสเตอรีน PS พลาสติกที่มีความใสแข็งแต่เปราะ แตกง่าย สามารถทำเป็นโฟมได้ ทนความร้อนระดับหนึ่ง นิยมมาทำภาชนะพลาสติก เช่น ขวดนมเปรี้ยว ถาดบรรจุอาหาร บลิสเตอร์แพค และ เป็นพลาสติกชนิดที่นิยมนำไปผลิตเป็น โฟมทนต่อกรด ด่าง แอลกอฮอล์ แต่ทนต่อน้ำมันพืช และสัตว์ได้จำกัด ไม่ทนต่อน้ำมันเบนซิน

กลุ่มที่ 7 คือ พลาสติกที่นอกเหนือจากพลาสติก ทั้ง 6 กลุ่ม พบมากมายหลายรูปแบบ เรซิ่น

ที่มารูปภาพ : https://www.greenpeace.org/thailand/story/2242/plastic-101/



ลักษณะของบรรจุภัณฑ์พลาสติก

พลาสติกสามารถนำมาทำเป็นบรรจุภัณฑ์พลาสติกได้หลายลักษณะโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ กฎเกณฑ์ด้านการหลอมตัว พิจารณาจากการหลอมขึ้นรูปแล้ว สามารถหลอมด้วยความร้อนได้หรือไม่ ในกรณี สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. เทอร์โมเซ็ทติ้ง (Thermosetting) สามารถให้ความร้อนแล้วพิมพ์เป็นผลิตภัณฑ์ในรูปของหีบห่อได้เพียงครั้งเดียว แข็งตัวแล้วอาจแตกได้ ไม่สามารถทำให้หลอมตัวด้วยความร้อนหรือพิมพ์ใหม่ได้ เช่น พลาสติกชนิดเมลามีน เมื่อได้รับความร้อนจนแข็งตัวและไม่สามารถหลอมให้เหลวได้ ทำจากพลาสติกประเภทที่เรียกว่า เรซิ่น (Resin)ชนิดต่าง ๆ

2. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) เป็นชนิดที่สามารถ ให้ความร้อนทำหลอมตัวแล้วพิพม์ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์หรือ บรรจุภัณฑ์ได้หลายๆครั้งตามต้องการ เช่น ถุงพลาสติก ขวดน้ำ พลาสติก หลอดพลาสติก เป็นต้น

เกณฑ์ด้านรูปแบบของพลาสติก สามารถจำแนกเป็น 2 ประเด็น คือ

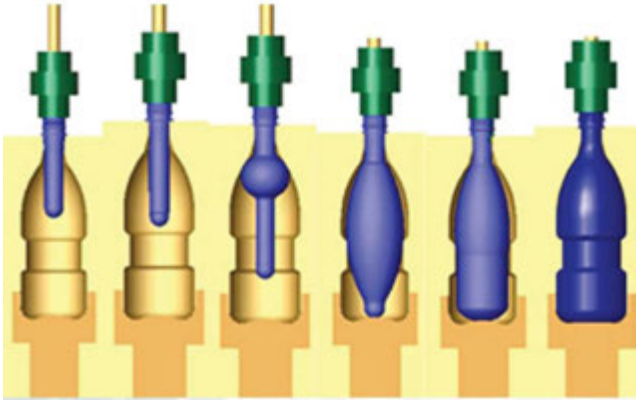
1. ฟิล์มพลาสติก (Plastic Film) คือ พลาสติกที่เป่ารีดเป็นแผ่นบางอาจ เป็นชั้นเดียว หรือหลายชั้น เช่น ถุงพลาสติกชั้นเดียว ถุงหลายชั้น ฟิลม์หด ฟิมล์ยืด กระสอบพลาสติก

2. ภาชนะพลาสติก (Plastic Container) คือ พลาสติกที่มีการขึ้นรูป เป็นรูปทรงต่าง ๆ ตามแม่แบบและกรรมวิธีผลิตเป็นรูปร่างบรรจุภัณฑ์

2.2 การผลิตขวด PET

โดยทั่วไปการผลิตขวดพลาสติก PET มักใช้กระบวนการเป่าแบบดึงยืด (stretch blow molding) ซึ่งเป็นการผลิต 2 ขั้นตอน โดยเริ่มจากกระบวนการฉีดเม็ดพลาสติกให้เป็นพรีฟอร์มและเป็นขวดน้ำตามลำดับ ขั้นตอนสำคัญของกระบวนการผลิตเริ่มจากการอบไล่ความชื้น เนื่องจาก PET มักดูดความชื้นจากอากาศได้สูง โดยปกติเม็ดพาสติก PET มักมีความชื้นประมาณ 0.05% จึงต้องอบไล่ความชื้นในเม็ดพลาสติกให้เหลืออยู่ไม่สูงเกิน 0.005% ก่อนถูกทำให้หลอมเพื่อฉีดเป็นพรีฟอร์มในขั้นตอนการเปลี่ยนรูปร่างของพรีฟอร์มให้เป็นขวดเริ่มจากการทำให้พรีฟอร์มร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 70°C จนพรีฟอร์มเริ่มนิ่มก่อนนำเข้าสู่กระบวนการเป่าแบบดึงยืดใน 2 ทิศทาง เพื่อให้ผนังพรีฟอร์มขยายตัวไปกระทบผนังแม่พิมพ์รูปขวด เมื่อพลาสติกเย็นตัวลงจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นขวดพลาสติกใสที่มีการจัดเรียงตัวของสายโซ่พอลิเมอร์ และปริมาณผลึกสูง ทำให้ขวดมีความแข็งแรง สามารถป้องกันการแพร่ผ่านของแก๊ส และทนสารเคมีได้ดี

ภาพที่ 1 การฉีดขึ้นรูปพรีฟอร์ม



ภาพที่ 2 การเป่าพรีฟอร์มเป็นขวด

ภาพที่ 3 พรีฟอร์มและขวดขนาดต่างๆ

ขวด PET สำหรับบรรจุเครื่องดื่ม

น้ำอัดลมหรือเครื่องดื่มที่มีการอัดแก๊ส

ขวดพลาสติกที่ใช้บรรจุน้ำอัดลมจะต้องมีความแข็งแรงสูงเพื่อให้สามารถทนต่อแรงดันของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่อัดไว้ภายในขวดได้ โดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือระเบิดจึงจำเป็นต้องเลือกใช้ PET เกรดที่มีค่าความหนืด IV สูง และมีปริมาณโคพอลิเมอร์ต่ำ เนื่องจากความใสของขวดพลาสติกไม่ใช่ปัญหาสำคัญ เพราะเครื่องดื่มประเภทนี้มักมีการใส่สี ปัจจุบันมีการใช้งานขวด PET ขนาด

1-2 ลิตรแทนขวดแก้วมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่าอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ในขวดพลาสติกยังไม่นานเมื่อเทียบกับขวดแก้วและกระป๋องอะลูมิเนียม เนื่องจากขวด PET ไม่สามารถป้องกันการแพร่ผ่านของแก๊สได้ 100 % แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สามารถแพร่ออกโดยผ่านเนื้อพลาสติกหรือรั่วออกทางฝาที่ปิดไม่สนิทได้ ซึ่งมีผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์โดยตรง ทำให้เกิดการแข่งขันด้านเทคโนโลยีในการเพิ่มสมบัติป้องกันการแพร่ผ่านของขวดพลาสติก PET รวมถึงฝาปิด เช่น เทคโนโลยีการผลิตขวดที่ประกอบด้วยพลาสติกหลายชั้นโดยเพิ่มชั้นที่ทำจากพลาสติกที่มีสมบัติในการป้องกันการแพร่ผ่านได้ดี หรือมีสารจับออกซิเจน หรือมีการเคลือบภายในหรือภายนอกขวดพลาสติก

น้ำดื่ม

ความแข็งแรงของขวดพลาสติกสำหรับบรรจุน้ำดื่มมีความจำเป็นแค่เพียงสามารถป้องกันการกระแทก และมีค่าความหนืด IV ประมาณ 0.74-0.76 dl/g แต่สีและความใสของขวดกลับเป็นปัจจัยสำคัญ จึงควรเลือกใช้ PET เกรดที่มีความใสสูง หรือมีสีฟ้าเล็กน้อย เกรดที่เหมาะสมจึงเป็นเกรดที่มีปริมาณโคโพลิเมอร์ผสมอยู่ด้วย

เบียร์

ขวดที่ใช้ในการบรรจุเบียร์ควรมีความแข็งแรงพอที่จะทนความดันของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และทนความร้อนที่ใช้ในการบรรจุเบียร์ที่อุณหภูมิ 60-65 °C ค่าความหนืด IV ของโพลิเมอร์อยู่ในช่วง 0.80-0.84 d/g และต้องมีสมบัติป้องกันการแพร่ผ่านของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนได้ดีกว่าขวดที่ใช้บรรจุเครื่องดื่มประเภทอื่นเนื่องจากออกซิเจนที่แพร่เข้าสู่ขวดทำให้รสชาติและกลิ่นของเบียร์เสียไป ทำให้อายุการเก็บเบียร์สั้นลง นอกจากนี้ยังต้องทำหน้าที่ปกป้องเบียร์จากแสง ซึ่งอาจทำได้โดยการเติมสีหรือใส่สารเติมแต่งประเภทป้องกันแสง IV ลงในเนื้อพลาสติกขณะทำการฉีดขึ้นรูปพรีฟอร์ม เนื่องจากPE มีความทนทานต่อตัวทำละลายหลายชนิดรวมทั้งแอลกอฮอล์จึงนิยมนำมาใช้บรรจุไวน์และน้ำผลไม้ด้วย ปัจจุบันพบว่าการบริการบนสายการบินต่าง ๆ มีการใช้ขวด PE บรรจุเครื่องดื่มประเภทไวน์ น้ำผลไม้หรือ

เครื่องดื่มที่ผสมแอลกอฮอล์ เนื่องจากมีน้ำหนักเบา สะดวกและปลอดภัย จากความทนทานต่อสารเคมีของ PET ทำให้ปัจจุบันมีการใช้ขวด PE ขนาด 1 ลิตรบรรจุสารเคมีแทนการใช้ขวดอะลูมิเนียม ซึ่งมีราคาสูงและเกิดการกัดกร่อนได้นอกจากนี้อาหารผงและอาหารแห้ง เช่น กาแฟ ชาสำเร็จรูปรวมทั้งเครื่องเทศต่างๆ สามารถบรรจุในขวด PET ได้ เนื่องจากมีสมบัติป้องกันความชื้น ทำให้อาหารไม่จับตัวกันเป็นก้อน นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันการแพร่เข้าของแก๊สออกซิเจน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้รสชาติและกลิ่นของอาหารเปลี่ยนแปลงได้ ปัจจุบันเรายังพบว่ามีการใช้ขวด PET ในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น น้ำผึ้ง ผัก ผลไม้ดอง ซอส น้ำผลไม้ และเครื่องอุปโภคต่างๆ เช่น สี แชมพู และเครื่องสำอาง จะเห็นได้ว่า พลาสติก PET มีสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้ผลิตขวดพลาสติก เนื่องจากมีความใส มีน้ำหนักเบา ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ฝาขวดสามารถปิดได้สนิท ลดปัญหาการรั่วซึมและปิดซ้ำได้ดี เนื่องจากส่วนเกลียวของปากขวดที่เกิดจากการฉีดขึ้นรูปพรีฟอร์ม ทำให้มีขนาดเกลียวคงที่ มีความปลอดภัยในการใช้งาน นอกจากนี้ขวด PET ยังสามารถทนแรงกระแทกจากการตกจากความสูง 2 เมตร โดยไม่แตกหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ควันที่เกิดจากการไหม้ไฟของขวด PE ไม่เป็นพิษ รวมทั้งไม่เกิดการกัดกร่อนหรือเป็นสนิมเหมือนโลหะในด้านการออกแบบการผลิต สามารถออกแบบให้มีรูปร่างเหมาะสมได้ง่ายและหลากหลายทั้งขนาด รูปแบบและสีสัน นอกจากนี้หลังการใช้งานยังสามารถนำขวด PET กลับมาแปรรูปใช้ใหม่หรือรีไซเคิลได้ โดยนำกลับมาล้างและบดเป็นขึ้นเล็กๆ แล้วขึ้นรูปใหม่ ซึ่งส่วนใหญ่นิยมนำมาใช้ผลิตเป็นเส้นใยสำหรับการผลิตพรม และใยสังเคราะห์สำหรับหมอนหรือผ้าทุ่ม ทั้งนี้ PE มักเสื่อมสภาพลงเมื่อผ่านความร้อนในกระบวนการรีไซเคิล ทำให้พลาสติกรีไซเคิลที่ได้มีน้ำหนักโมเลกุลและค่าความหนืด IV ต่ำลง

จึงไม่สามารถนำกลับมาผลิตเป็นขวดได้อีก และมักจะไม่นิยมนำพลาสติกรีไซเคิลกลับมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ที่สัมผัสอาหารหรือเครื่องดื่มด้วยเช่นกัน

ภาพที่ 4 คอขวดเป็นเกลียวที่ปิดได้สนิท

“
น้ำดื่มสะอาด
เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับ
มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ
แม้ว่าน้ำจะไม่มีแคลอรี
หรือสารอาหารที่เป็น
สารประกอบอินทรีย์ใดๆ
”

บรรณานุกรม

การประปาส่วนภูมิภาค.//(2563).//**มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคตามค้าแนะน้าขององค์การอนามัยโลก (WHO) ปี 2011** .//สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2563,/จากhttps://en.pwa.co.th/download/pwastandard50-1.pdf

กรมควบคุมมลพิษ.//(2563).//**มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน**.//สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2563,/จาก/ https://sites.google.com/site/nalinee44527/ground-water

กรมควบคุมมลพิษ.//(2563).//**กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน**.//สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2563,/จาก/ https://sites.google.com/site/nalinee44527/ground-water

ดร.ธนาวดี สิ้จากภัย , ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ .//(2547).//**Polymer Science**.//สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2563, /จาก https://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/admin/upload/216_31-34.pdf

นางสาวนลิณี สายใจอูป.//(2563).//**แหล่งน้ำธรรมชาติ**.//สืบค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2569,/จาก/ https://sites.google.com/site/nalinee44527/ground-water

ผศ. ปราโมทย์ เชี่ยวชาญ.//(2563).//**ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ** .//สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2563,/จาก/ https://www.stou.ac.th/Schools/Shs/booklet/1_2551/Enronment.htm

สำนักบริหารจัดการน้ำ.//(2547).//**ระบบผลิตน้ำประปาของระบบประปาผิวดิน** .//สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2563,/จาก/http://division.dwr.go.th/bwm/index.php/2019-12-17-06-02-42/2019-12-17-06-05-58/category/20-2020-05-01-12-00-51

สำนักบริหารจัดการน้ำ.//(2547).//**ระบบจ่ายน้ำ** .//สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2563,/จาก /http://division.dwr.go.th/bwm/index.php/2019-12-17-06-02-42/2019-12-17-06-05-58/category/20-2020-05-01-12-00-51

สำนักบริหารจัดการน้ำ.//(2547).//**ระบบจ่ายน้ำ** .//สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2563,/จาก /http://division.dwr.go.th/bwm/index.php/2019-12-17-06-02-42/2019-12-17-06-05-58/category/20-2020-05-01-12-00-51

ผู้เขียน/เรียบเรียง

ชื่อ-สกุล :
ดร.สุรีวรรณ ราชสม
สังกัด/หน่วยงาน:
วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ
สาขาวิชา วศบ.การผลิตและนวัตกรรมอาหาร
การศึกษา
ปริญญาเอก
Food and Bio Process Engineering
Massey University
E-mail :sureewan@rmutl.ac.th

ชื่อ-สกุล :
นางสาวณัฐริกา กอนแก้ว
สังกัด/หน่วยงาน:
สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน
การศึกษา
ปริญญาตรี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา สิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
E-mail: nuttarikakornkeaw@gmail.com

องค์ความรู้ในการพัฒนาอาชีพ การผลิตน้ำดื่ม

ISBN : 978-974-625-912-5
ISBN : 978-974-625-911-8 (E-Book)

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ศีลศิริ สง่าจิตร

ดร.สุรพล ใจวงศ์ษา

ผู้เขียน/เรียบเรียง

ดร.สุรีวรรณ	ราชสม
นางสาวณัฐริกา	กอนแก้ว

กองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกรียงไกร	ธารพรศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นทีชัย	ผัสดี
นายวิสุทธิ์	บัวเจริญ
ดร.สุรีวรรณ	ราชสม
นายพิษณุ	พรมพราย
นายนริศ	กำแพงแก้ว
ว่าที่ ร.ต.รัชต์พงษ์	หอชัยรัตน์
นางสาวทิน	อ่อนนวล
นายวิษณุลักษณ์	คำยอง
นางสาวสุธาสินี	ผู้อยู่สุข
นายจักรรินทร์	ชื่นสมบัติ
นายเจษฎา	สุภาพรเหมินทร์
นางสาวรัตนาภรณ์	สารภี
นางสาวหนึ่งฤทัย	แสงใส
ว่าที่ ร.ต.เกรียงไกร	ศรีประเสริฐ
นางสาวเสาวลักษณ์	จันทร์พรหม
นางสาวอารีรัตน์	พิมพ์นวน
นางสาววราภรณ์	ต้นใส
นายวีรวิทย์	ณ วรรณมา
นายภานุพงศ์	ศุภจิตรานนท์

จัดทำโดย

สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
98 หมู่ 8 ตำบลป่าป้อง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 50220

พิมพ์ครั้งที่ 1

บริษัท เชียงใหม่ พริ้นท์ติ้ง จำกัด
213 ถนน มหิดล ตำบลป่าแดด อำเภอเมืองเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100
โทร. 053 200 480

KBS
Knowledge BookStore

สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน : 98 หมู่ 8 ตำบลป่าป้อง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 50220
โทรศัพท์ : 0 5326 6516 #1032 , โทรสาร : 0 5326 6522