

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

พิษของตะกั่วที่มีต่อเซลล์ต้นลานไพลิน

TOXICITY OF LEAD (II) NITRATE TO GIANT BACOPA

(*Bacopa caroliniana*) CELLS

จัดทำโดย

นายวัชรพันธ์ พงษ์รักไทย

รหัส 4907101304

สาขาการประมง

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – ชุมพร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 2552

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

พิษของตะกั่วที่มีต่อเซลล์ต้นลานไพลิน

TOXICITY OF LEAD (II) NITRATE TO GIANT BACOPA

(*Bacopa caroliniana*) CELLS

จัดทำโดย

นายวัชรพันธ์ พงษ์รักไทย

รหัส 4907101304

สาขาการประมง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 2552

พิษของตะกั่วที่มีต่อเซลล์ต้นลานไพลิน

TOXICITY OF LEAD (II) NITRATE TO GIANT BACOPA

(*Bacopa caroliniana*) CELLS



พิจารณาเห็นชอบด้วย

.....

(อาจารย์นาตาลี อาร์ ใจเย็น)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....

(อาจารย์กมลวรรณ ศุภวิญญู)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
บทคัดย่อ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	16
สถานที่ดำเนินการวิจัย	16
อุปกรณ์และวิธีการศึกษาวิจัย	17
วิธีวิเคราะห์ข้อมูล	20
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	21
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	34
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก	42

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยขนาดของเซลล์ถ่านไฟลิน	24
2	ค่าเฉลี่ยขนาดนิวเคลียสของถ่านไฟลิน	26
3	ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำภายในกระถาง ทดลองถ่านไฟลิน ที่มีการเพิ่มตะกั่วไนเตรท (Pb(II) nitrate) ในอัตราส่วน 2 ระดับและชุดการทดลอง ภายในเวลา 7 วัน	28



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ต้นลานไพลิน	3
2	ลักษณะต้นลานไพลินที่ผ่านการทดลอง 7 วัน ในชุดการทดลองที่ 1	21
3	ลักษณะต้นลานไพลินที่ผ่านการทดลอง 7 วัน ในชุดการทดลองที่ 2	22
4	ลักษณะต้นลานไพลินที่ผ่านการทดลอง 7 วัน ในชุดการทดลองที่ 3	22
5	ลักษณะรากชุดควบคุม	23
6	ลักษณะรากชุดการทดลองที่ 2	23
7	ลักษณะรากชุดการทดลองที่ 3	24
8	ขนาดเซลล์และนิวเคลียสในชุดการทดลองที่ 1	25
9	ขนาดเซลล์และนิวเคลียสในชุดการทดลองที่ 2	25
10	ขนาดเซลล์และนิวเคลียสในชุดการทดลองที่ 3	26
11	ลักษณะโครโมโซมต้นลานไพลินชุดการทดลองที่ 1	27
12	ลักษณะโครโมโซมต้นลานไพลินชุดการทดลองที่ 2	28
13	ลักษณะโครโมโซมต้นลานไพลินชุดการทดลองที่ 3	28

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณท่าน อาจารย์ นาคาลี อาร์ใจเย็น ซึ่งได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษให้แก่ข้าพเจ้า และอาจารย์กมลวรรณ ศุภวิญญ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม ที่ได้ให้คำแนะนำในการวางแผนการทดลอง และตรวจสอบแก้ไข ตลอดจนกระทั่งงานทดลองประสบความสำเร็จ จนสามารถออกเป็นรูปเล่มปัญหาพิเศษอย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณอาจารย์วิรัช เพชรสุทธิ อาจารย์ยุทธนา สว่างอารมณ์ และอาจารย์วิชชุดา เอื้ออารี ที่คอยให้คำปรึกษา ความรู้เรื่องที่มีประโยชน์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในปัญหาพิเศษเล่มนี้ให้บรรลุได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ดันลานไพลินในการทดลองครั้งนี้

นอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้สนับสนุนทุนทรัพย์ในการศึกษาเล่าเรียนมาโดยตลอด และขอขอบคุณทุกๆ คน ในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาในการศึกษา

วัชรพันธ์ พงษ์รักไทย

มิถุนายน 2553

ชื่อเรื่อง: พิษของตะกั่วที่มีผลต่อเซลล์ของต้นลานไพลิน
TOXICITY OF LEAD (II) NITRATE TO GIANT BACOPA
(*Bacopa caroliniana*) CELLS

ผู้เขียน: นายวัชรพันธ์ พงษ์รักไทย

ชื่อปริญญา: วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาการประมง

อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์นาตาลี อาร์ ใจเย็น

บทคัดย่อ

หลายๆ ประเทศมักจะมีปัญหาเดียวกันในเรื่องของสารเคมีตกค้าง ทำให้มีผลกระทบตามมาไม่มากนักน้อยเลยทีเดียวกว่า ซึ่งหนึ่งในหลายประเทศนั้นคือประเทศไทย สถานการณ์ตอนนี้ประเทศไทยกำลังเผชิญหน้ากับปัญหาของสารพิษที่ได้มาจากสารเคมี โลหะหนัก และสารที่พบมากที่สุดคือสารพิษจากตะกั่ว จะมีการปนเปื้อนของสารพิษที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่ทางตรงก็ทางอ้อม เป็นผลทำให้เกิดมลพิษไม่ว่าจะเป็นทางดิน น้ำ หรืออากาศ ปัญหาทั้งหมดส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากมนุษย์ อย่างไรก็ตามปัญหาเกี่ยวกับสารตะกั่ว ส่วนใหญ่จะเห็นปัญหาในเรื่องของสารตะกั่วที่ปนเปื้อนในน้ำ โดยมีสาเหตุหลักมาจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ ทำให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดเกิดการตายหรือไม่ก็สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างภายนอกและภายในมีความแตกต่างกัน ซึ่งเล็งเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการศึกษาในเรื่องพิษของตะกั่วที่มีผลต่อเซลล์ของต้นลานไพลิน โดยการทดลองศึกษาจะเป็นชุดการทดลองออกเป็น 3 ชุด ชุดละ 3 ซ้ำ ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 และ โดยมิตะกั่วไนเตรต ($Pb(II)nitrate$) ในปริมาณ 0, 3 และ 6 mg/L ตามลำดับ หลังจากที่ดินลานไพลินผ่านการแช่สารตะกั่วไนเตรตเป็นระยะเวลา 7 วัน และตรวจเก็บตัวอย่าง พบว่า พิษของตะกั่วไนเตรตนั้นส่งผลกระทบต่อลักษณะลำต้นและใบ ทำให้เกิดอาการลักษณะเน่าเปื่อย รวมถึงทำให้รากเกิดการเปลี่ยนสีและมีการหลุดร่วงออกจากลำต้น ซึ่งส่งผลทำให้ต้นลานไพลินหยุดการเจริญเติบโตและอยู่ในช่วงของสภาวะการตาย พิษตะกั่วไนเตรตไม่ส่งผลกระทบต่อเซลล์ในเรื่องของขนาด แต่จะส่งผลกระทบต่อขนาดนิวเคลียสที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากพิษตะกั่วมีคุณสมบัติของตะกั่วไนเตรตทำให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซมให้มีขนาดใหญ่ จึงส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงนิวเคลียสในเรื่องของขนาด คุณภาพน้ำในด้านของ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, pH, ปริมาณไนไตรต์, ปริมาณฟอสฟอรัส เป็นต้น จะมีปัจจัยต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ ปริมาณสารเคมี เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรต์และฟอสฟอรัสในการทดลองมีปริมาณ

น้อยลง ซึ่งอาจเนื่องมาจากกอนุหมีสูงหรือเกิดจากสภาวะที่มีออกซิเจนในน้ำต่ำก็ได้ จึงทำให้ปริมาณไนไตรต์และฟอสฟอรัสลดน้อยลง รวมถึงการดึงฟอสฟอรัสของพืชเข้ามาเพื่อใช้ในการทำกิจกรรมในการดำรงชีวิตของพืช ในการทดลองครั้งนี้ตะกั่วไนเตรตนั้นส่งผลกระทบต่อลักษณะภายในเซลล์ ลักษณะภายนอกรวมถึงการเจริญเติบโต ซึ่งอาจรวมไปถึงการตายของลานไพลินอีกด้วย

คำสำคัญ: ต้นลานไพลิน, เซลล์, นิวเคลียส, ตะกั่วไนเตรต [Pb(II) nitrate]



บทที่ 1

บทนำ

หลายๆประเทศมักจะเผชิญปัญหาเดียวกันในเรื่องของสารเคมีตกค้าง ทำให้มีผลกระทบตามมาไม่มากนักน้อยเลยที่เดียว ซึ่งหนึ่งในหลายประเทศนั้นก็คือประเทศไทยนั่นเอง สถานการณ์ตอนนี้ประเทศไทยกำลังเผชิญหน้ากับปัญหาของสารพิษที่ได้มาจากสารเคมี โลหะหนัก และสารที่พบมากที่สุดคือสารพิษจากตะกั่ว ซึ่งสารเหล่านี้ก็มีต้นตอมาจากโรงงานอุตสาหกรรมและการเกษตรกรรมนั่นเอง อาทิเช่น แบตเตอรี่ น้ำหมัก อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีสารเคมีปนเปื้อนอันได้แก่ ไททาเนียม วิทยุ คอมพิวเตอร์เก่าๆ ที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้แล้ว การฉีดยาฆ่าแมลงในทางการเกษตร โดยสิ่งเหล่านี้ทั้งหมด ล้วนมีสารตะกั่วปนเปื้อนและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่ทางตรงก็ทางอ้อม เป็นผลทำให้เกิดมลพิษไม่ว่าจะเป็นทางดิน น้ำ หรืออากาศ ปัญหาทั้งหมดส่วนใหญ่มิสาเหตุมานจากมนุษย์ อย่างไรก็ตามปัญหาเกี่ยวกับสารตะกั่ว จะส่งผลหลายๆอย่างสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำและบนบก รวมถึงตัวมนุษย์อีกด้วย

การศึกษาเกี่ยวกับพิษของตะกั่วส่งผลกระทบต่อเซลล์กล้านไพลิน เป็นการทดลองผลของสารพิษที่มีต่อเซลล์และองค์ประกอบของเซลล์ โดยเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาพิษของตะกั่วที่มีผลต่อเซลล์และลักษณะของต้นกล้านไพลิน

บทที่ 1

บทนำ

หลายๆประเทศมักจะเผชิญปัญหาเดียวกันในเรื่องของสารเคมีตกค้าง ทำให้มีผลกระทบตามมาไม่มากนักน้อยเลยที่เดียว ซึ่งหนึ่งในหลายประเทศนั้นก็คือประเทศไทยนั่นเอง สถานการณ์ตอนนี้ประเทศไทยกำลังเผชิญหน้ากับปัญหาของสารพิษที่ได้มาจากสารเคมี โลหะหนัก และสารที่พบมากที่สุดคือสารพิษจากตะกั่ว ซึ่งสารเหล่านี้ก็มีต้นตอมาจากโรงงานอุตสาหกรรมและการเกษตรกรรมนั่นเอง อาทิเช่น แบตเตอรี่ น้ำหมัก อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีสารเคมีปนเปื้อนอันได้แก่ ไทเทเนียม วิทยุ คอมพิวเตอร์เก่าๆ ที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้ การฉีดยาฆ่าแมลงในทางการเกษตร โดยสิ่งเหล่านี้ทั้งหมด ล้วนมีสารตะกั่วปนเปื้อนและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่ทางตรงก็ทางอ้อม เป็นผลทำให้เกิดมลพิษไม่ว่าจะเป็นทางดิน น้ำ หรืออากาศ ปัญหาทั้งหมดส่วนใหญ่มิสาเหตุมานจากมนุษย์ อย่างไรก็ตามปัญหาเกี่ยวกับสารตะกั่ว จะส่งผลหลายๆอย่างสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำและบนบก รวมถึงตัวมนุษย์อีกด้วย

การศึกษาเกี่ยวกับพิษของตะกั่วส่งผลกระทบต่อเซลล์กลาโนไพลิน เป็นการทดลองผลของสารพิษที่มีต่อเซลล์และองค์ประกอบของเซลล์ โดยเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาพิษของตะกั่วที่มีผลต่อเซลล์และลักษณะของต้นกลาโนไพลิน

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

Nathan (2004) ได้กล่าวถึง ต้นลานไพลินมีสรรพคุณทางการแพทย์ในด้านการบำรุงความจำ นักวิจัยจากคณะเภสัชศาสตร์และคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ร่วมกับนักวิจัยจากคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้พัฒนาสารสกัดและการควบคุมคุณภาพสมุนไพร เพื่อใช้ในเชิงอุตสาหกรรม และศึกษาพบว่าสารสกัดจากต้นลานไพลิน มีผลต่อการเสริมความจำและการเรียนรู้ รวมทั้งมีผลป้องกันเซลล์ประสาท โดยไม่ทำให้เกิดพิษในสัตว์ทดลองเมื่อให้ติดต่อกันเป็นเวลา 3 เดือนนับเป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพในการพัฒนาต่อไป

ต้นลานไพลินมีชื่อสามัญอยู่หลายชื่อที่นิยมเรียกกัน เช่น Giant Bacopa, Giant Red Bacopa, Lemon Bacopa และ Water Hyssop เป็นต้น และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Bacopa caroliniana* โดยจัดอยู่ในกลุ่มของ Kingdom Plantae, Class: Magnoliopsida Genus: *Bacopa* ซึ่งมีลักษณะทั่วไปที่สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

ลำต้น มีลักษณะกลมใหญ่และมีขน สามารถขึ้นได้น้ำหรือเลื้อยทอดไปตามพืชแล้วชูยอดตั้งขึ้น ใบ เป็นใบเดี่ยวรูปไข่ส่วนโคนใบกว้างว่าปลายใบ ขอบใบเรียบ ใบเหนือน้ำจะหนาและแข็งกว่าใบใต้น้ำ ใบจะมีลักษณะคล้ายจี๊ด

ดอก เป็นดอกเดี่ยวออกตามซอกใบ เจริญเหนือน้ำ มีก้านดอกสั้นกลีบดอกสีขาวคราม โคนกลีบติดกันเป็นรูปกรวย ปลายกลีบดอกมี 5 แฉก ภายในมีเกสรตัวผู้ 4 อัน

ประโยชน์ของต้นลานไพลินสามารถใช้ปลูกเป็นไม้ประดับในตู้ปลาหรือในสวนน้ำ มีกลิ่นหอม ลานไพลินมีถิ่นกำเนิดทางตอนเหนือของทวีปอเมริกา ปัจจุบันมีการกระจายพบได้ทั่วโลก ชอบขึ้นในที่น้ำขังหรือพื้นดินและ ออกดอกช่วงเดือนพฤษภาคม-พฤศจิกายน นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ ลานไพลินสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำจืดเหมือนพืชน้ำจืดชนิดอื่นๆ แต่จะมีลักษณะพิเศษซึ่งแตกต่างกับพืชน้ำจืดชนิดอื่นๆ คือ สามารถเจริญเติบโตในน้ำกร่อยและน้ำเค็มได้ เป็นที่ทราบกันดีว่า ลานไพลินมีการแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็วในน้ำ และสีดอกของมันจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่บ่อยๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแสงที่ได้รับ ส่วนใหญ่จะมีสีทองส้มฤทธิ์



ภาพที่ ๑ ต้นลานไพลิน

ที่มา: <http://www.freshwateraquariumplants.com/bacopacarolina.jpg>

ตะกั่ว

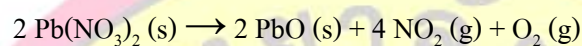
ตะกั่ว เป็นโลหะอ่อน สีเทาเงินหรือแกมน้ำเงิน มีจุดหลอมเหลว 327 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) สำหรับตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมบัดกรีซึ่งมีการผสมกับดีบุก จะทำให้จุดหลอมเหลวลดลงเหลือ 200 องศาเซลเซียส สารตะกั่วพบได้ทั่วไปทั้งในดิน หิน น้ำ พืช และอากาศ สัตว์น้ำ การปนเปื้อนของสารตะกั่วนั้นเกิดจากการปล่อยน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น โรงงานทำแบตเตอรี่รถยนต์ ซึ่งน้ำเสียเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีสารตะกั่วปนเปื้อนอยู่จึงทำให้สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ตามแหล่งดังกล่าว นี้มีตะกั่วสะสมอยู่เป็นปริมาณมาก (โรงพยาบาลรามาริบัติ, ม.ป.ป. : ระบบออนไลน์)

LEAD (II) NITRATE

Patnaik (2003)กล่าวถึงประวัติและคุณสมบัติของ Lead (II) nitrate ดังนี้ ในช่วงศตวรรษที่ 19 ตะกั่วไนเตรตได้มาจากผลิตภัณฑ์ทางการค้าทางแถบประเทศยุโรปและสหรัฐอเมริกา โดยมีการนำมาเป็นวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ในรูปของรงควัตถุสำหรับสารสีตะกั่ว มีความเป็นพิษน้อยมาก เข้ามาแทนที่ไทเทเนียม ไดออกไซด์ ด้านอุตสาหกรรมอื่นๆ จะมีการใช้ความร้อนของไนลอนและยาง ซึ่งในราวๆปี 2000 ตะกั่วไนเตรตจะมาจากการใช้ทองในรูปของไซยานาท์เคชัน และในปี 1597 Andreas Libavius เป็นชาวเยอรมนี ได้มีการอธิบายในเรื่องของคุณสมบัติของตะกั่วไนเตรตใช้ในการจับคู่กับสารที่ทำให้เกิดการระเบิดได้ เช่น ตะกั่วอะไซด์

จากการทดลองของ The International Agency for Research พบว่ากลุ่มผู้เป็นมะเร็ง มีสาเหตุจากพิษของตะกั่วในเตรตัม ควรหลีกเลี่ยงในส่วนของการหายใจเข้าเอาพิษของตะกั่วชนิดนี้ การนำเข้าไปในร่างกายโดยผ่านทางปาก และการสัมผัสทางผิวหนังและได้จัดพวกตะกั่วในเตรตอยู่ ในกลุ่มของวัตถุพิษของผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารสี เช่น chrome yellow (lead(II) chromate), chrome orange (lead (II) hydroxide chromate) เป็นต้น ทั้งนี้ยังมีการจัดให้ตะกั่วใน เตรตอยู่ในกลุ่มของ คาร์ ไฮโดรเจนิก

เมื่อตะกั่วในเตรตได้รับความร้อนจะมีการสลายตัวของ lead(II) oxide, dioxygen และ nitrogen dioxide ดังสมการนี้



อันตรายของสารตะกั่ว

Ferris (1959) ได้กล่าวถึงพิษที่ได้รับจากสารตะกั่วไว้ดังนี้ พิษเรื้อรังที่เกิดจากสารตะกั่ว นั้นจะค่อยๆ แสดงอาการออกมาภายหลังจากรับสารตะกั่วทีละน้อย เข้าสู่ของเหลวในร่างกายและค่อยๆ สะสมในร่างกายจนถึงระยะเวลาหนึ่ง อาจนานเป็นปี จึงแสดงอาการส่วนมาก เกิดกับบุคคลที่มีอาชีพที่สัมผัสตะกั่ว ตะกั่วเมื่อเข้าสู่ร่างกาย ไม่ว่าทางใดจะถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิตไปจับกับเม็ดเลือดแดงแทนที่เหล็ก (Fe^{+2}) ซึ่งเป็นโลหะที่จำเป็นในการสร้างเม็ดเลือดแดง ทำให้เกิดอาการโลหิต (Anemia) และมีผลให้ ปริมาณเหล็กในน้ำเหลืองเพิ่มขึ้นผิดปกติ

ตะกั่วบางส่วนจะไปสะสมในกระดูก โดยตะกั่ว (Pb^{+2}) ซึ่งเป็นโลหะที่จำเป็นในการสร้างกระดูก และฟันทำให้มีอาการปวดตามข้อ กระดูกผุและหักง่าย ถ้าไปสะสมที่รากฟัน ทำให้เห็นสีม่วง หรือสีดำบริเวณเหงือก บางครั้งเรียกว่า เส้นตะกั่ว (Lead line) จะทำให้ฟันหลุดง่าย มีผู้วิจัยพบว่าตะกั่วสามารถเกาะกระดูกในร่างกาย ได้นานถึง 32 ปี และยังสามารถได้ในไขมัน ระบบประสาท สมอง ระบบน้ำเหลือง ตับ และไต อาการพิษเรื้อรังที่พบบ่อย คือ อาการของระบบย่อยอาหารจะเกิดการปวดท้อง น้ำหนักลด เบื่ออาหารคลื่นไส้ อาเจียน ท้องผูก อาการพิษทางประสาทและสมอง ทำให้ทรงตัวไม่อยู่ เกิดอาการประสาทหลอน ซึมไม่รู้สึกตัว ชักมือ และเท้าตก เป็นอัมพาต สลบและอาจตายได้ อาการพิษเรื้อรัง อาการเริ่มแรกของพิษตะกั่วสังเกตค่อนข้างยาก เช่น อาการปวดหัว กระสับกระส่าย ซึ่งมีหลายสาเหตุจึงมักใช้ผลวิเคราะห์ทางเคมีในเลือดและปัสสาวะเป็นข้อบ่งชี้ร่วมกับสังเกตอาการ

สำหรับสัตว์น้ำหรือพืชน้ำ ถ้าได้รับสารตะกั่วในปริมาณมาก ส่งผลร้ายแรงถึงขั้นตายได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของชีวิตอีก ไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างภายนอกหรือโครงสร้างภายในก็ตาม ซึ่งสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีภูมิต้านทานไม่เท่ากัน นอกจากนี้ ตะกั่วยังออกฤทธิ์ในเรื่องของการ

เคลื่อนย้ายออกซิเจนในน้ำ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับพิษในเรื่องของการนำออกซิเจนไปใช้ในการทำกิจกรรมในการเจริญเติบโต

เซลล์ (Cell)

ณัฐวุฒิ (2551) อธิบายถึงเซลล์ไว้ว่า เซลล์ (cell) คือหน่วยที่เล็กที่สุดและหน่วยทำงานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต อาจเรียกว่า หน่วยที่เป็นองค์ประกอบของชีวิต (building blocks of life) สิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น แบคทีเรีย ประกอบด้วยเซลล์เพียง 3 เซลล์ (unicellular) แต่สัตว์หลายชนิด เช่น มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ (multicellular) (มนุษย์มีเซลล์อยู่ประมาณ 100 ล้านล้าน หรือ 10^{14} เซลล์)

ทฤษฎีเซลล์ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2382 (ค.ศ. 1839) โดยแมตเทียส จาคอบ ชไลเดน (Matthias Jakob Schleiden) และ ทีโอดอร์ ชวานน์ (Theodor Schwann) ได้อธิบายว่า สิ่งมีชีวิตทั้งหมดประกอบด้วยเซลล์หนึ่งเซลล์หรือมากกว่า เซลล์ทั้งหมดมีกำเนิดมาจากเซลล์ที่มีมาก่อน (preexisting cells) ระบบการทำงานเพื่อความอยู่รอดของสิ่งที่มีชีวิตทั้งหมดเกิดขึ้นภายในเซลล์ และภายในเซลล์ยังประกอบด้วยข้อมูลทางพันธุกรรม (hereditary information) ซึ่งจำเป็นสำหรับการควบคุมการทำงานของเซลล์ และการส่งต่อข้อมูลทางพันธุกรรมไปยังเซลล์รุ่นต่อไป คำว่า เซลล์ มาจากภาษาละตินที่ว่า cella ซึ่งมีความหมายว่า ห้องเล็กๆ ผู้ตั้งชื่อนี้คือโรเบิร์ต ฮุก (Robert Hooke) เมื่อเขาเปรียบเทียบเซลล์ของไม้คอร์กเหมือนกับห้องเล็กๆ ซึ่งเป็นที่อยู่ของพระ

ประเภทของเซลล์

ณัฐวุฒิ (2551) ได้อธิบายประเภทต่างๆของเซลล์ไว้ดังนี้ เซลล์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือเซลล์ยูแคริโอต (eukaryotes) และเซลล์โพรแคริโอต (prokaryotes) โดยโครงสร้างภายในของเซลล์ยูแคริโอต ซึ่งประกอบด้วย นิวเคลียส, นิวคลีโอไลส, ไมโทคอนเดรีย, และไรโบโซม วิธีการจัดกลุ่มเซลล์ไม่ว่าเซลล์นั้นจะอยู่ตามลำพังหรืออยู่เป็นกลุ่ม ได้แก่ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว (unicellular) ซึ่งดำรงชีวิตเพื่อความอยู่รอด จนไปถึงการอยู่รวมกันเป็นกลุ่มที่เรียกว่า โคลินี (colonial forms) หรือ สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ (multicellular) ซึ่งเซลล์เหล่านี้จะกลายเป็นเซลล์เฉพาะทางที่แตกต่างกันหลายรูปแบบ เช่น เซลล์ต่างๆ ในร่างกายมนุษย์ โดยสรุป เซลล์สามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบคือ

1. โพรแคริโอต (prokaryote) เป็นเซลล์ที่มีโครงสร้างอย่างง่าย อาจอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวๆ หรือรวมกลุ่มเป็นโคลินี (Colony) ในการจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์แบบระบบสามโดเมน (three-domain system) ได้จัดโพรแคริโอตอยู่ในโดเมนอาร์เคีย (Archaea) และแบคทีเรีย (Eubacteria)

2. ยูแคริโอต (eukaryote) เป็นเซลล์ที่มีออร์แกเนลล์ (organelle) และผนังของออร์แกเนลล์ มีตั้งแต่เซลล์เดียวเช่น อะมีบา (amoeba) และเห็ดรา (fungi) หรือเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เช่น พืช และสัตว์รวมทั้งสาหร่ายสีน้ำตาล

ส่วนประกอบย่อยของเซลล์

เซลล์ทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นโพรแคริโอตหรือยูแคริโอตจะต้องมีเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ทำหน้าที่ห่อหุ้มเซลล์เสมอ เพื่อแยกส่วนประกอบภายในเซลล์ออกจากสิ่งแวดล้อม เป็นการควบคุมการขนส่งสารเข้าออกเซลล์ และเพื่อรักษาความต่างศักย์ทางไฟฟ้าของเซลล์ (cell potential) ภายในเยื่อหุ้มเซลล์จะประกอบไปด้วย ไซโทพลาสซึมที่มีสภาพเป็นเกลือ และเป็นเนื้อที่ส่วนใหญ่ของเซลล์ ภายในเซลล์จะมี DNA หน่วยพันธุกรรมของเซลล์หรือยีน และ RNA ซึ่งจะมีข้อมูลที่จำเป็นในการถ่ายทอดพันธุกรรม รวมทั้งโปรตีนต่างๆ เช่น เอนไซม์ นอกจากนี้ภายในเซลล์ก็ยังมีสารชีวโมเลกุล (biomolecule) ชนิดต่างๆ อีกมากมาย (ณัฐวุฒิ, 2551)

เยื่อหุ้มเซลล์ - ส่วนหุ้มและปกป้องเซลล์

ไซโทพลาสซึมของเซลล์ประเภทยูแคริโอตจะถูกห่อหุ้มล้อมด้วยส่วนที่เรียกว่า เยื่อหุ้มเซลล์ หรือ พลาสมา เมมเบรน (Cell membrane หรือ plasma membrane) พลาสมาเมมเบรนจะพบในเซลล์ประเภทโพรแคริโอตด้วย เยื่อนี้จะทำหน้าที่แยกและปกป้องเซลล์จากสิ่งแวดล้อมรอบข้าง ส่วนใหญ่แล้วถูกสร้างขึ้นจากชั้นของลิพิดสองชั้น (lipid bilayer) และโปรตีน ภายในเยื่อจะมีโมเลกุลหลากหลายชนิดที่ทำหน้าที่เป็นทั้งช่องทางผ่านของสารและปั๊ม (channels and pumps) เพื่อทำหน้าที่เฉพาะในการขนส่งโมเลกุลเข้าหรือออกจากเซลล์ (ณัฐวุฒิ, 2551)

วัฏจักรของเซลล์

ณัฐวุฒิ (2551) ได้อธิบายถึง วัฏจักรของเซลล์ไว้ว่า เริ่มต้นเซลล์จะมีการสะสมสารอาหาร และทำกิจกรรมต่างๆ จนถึงระยะหนึ่งก็จะแบ่งตัวเพื่อสร้างเซลล์ใหม่ไปเรื่อยๆ ในเซลล์ยูแคริโอตนั้น เซลล์จะมีวัฏจักรเป็น 4 ระยะดังนี้คือ

G1 เป็นช่วงหลังจากเซลล์ผ่านการแบ่งตัวมาใหม่ จนถึงเตรียมการจะแบ่งตัวอีกครั้ง เป็นช่วงที่เซลล์มีกิจกรรมมาก

S เป็นช่วงเวลาที่มีการจำลองตัวของ DNA เพิ่มจาก 1 ชุดเป็น 2 ชุด เพื่อเตรียมสารพันธุกรรมไว้ให้เซลล์ใหม่ต่อไป

G2 เป็นช่วงเวลาหลังจากจำลอง DNA เสร็จแล้ว รอการแบ่งเซลล์ต่อไป

M เป็นช่วงเวลาที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ซึ่งเมื่อแบ่งตัวเสร็จแล้วจะได้เซลล์ลูก 2 เซลล์ ซึ่งมีสารพันธุกรรมเหมือนเซลล์ตั้งต้นทุกประการ ในเซลล์บางเซลล์มีระยะ G_0 ซึ่งเป็นช่วงที่เซลล์พักตัวและจะไม่มีการแบ่งเซลล์จนกว่าเซลล์จะออกจากระยะนี้

ลักษณะของเซลล์พืช

ถนัด (2552) กล่าวถึง ลักษณะรูปร่างของเซลล์พืชว่ามีลักษณะเป็นเหลี่ยมเรียงต่อกัน เป็นแผ่นถ้าเซลล์ชั้นนี้ถูกทำลายไปจะเกิดอันตรายกับเซลล์ที่อยู่ชั้นใน และอาจมีผลทำให้พืชหยุดการเจริญเติบโตหรือเฉาตายได้ โดยแต่ละส่วนของพืชอาจแตกต่างกันออกไปและที่ผิวของใบพืชหรือผิวของลำต้นอ่อนที่มีสีเขียวของพืชจะมีชั้นของเซลล์บาง ๆ

องค์ประกอบของเซลล์พืช

ณัฐวุฒิ (2551) กล่าวถึงองค์ประกอบของเซลล์พืชไว้ดังนี้

1. คลอโรพลาสต์ (chloroplast) เป็นพลาสต์ที่มีสีเขียวพบเฉพาะในเซลล์พืช และสาหร่ายเกือบทุกชนิด พลาสต์มีเยื่อหุ้มสองชั้น โครงสร้างภายใน จะมีเม็ดสีหรือรงควัตถุบรรจุอยู่ ถ้ามีเม็ดสีคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) เรียกว่า คลอโรพลาสต์ ถ้ามีเม็ดสีชนิดอื่นๆ เช่น แลโรทีนอยด์ เรียกว่า โครโมพลาสต์ แต่ถ้าโครงสร้างภายในไม่มีเม็ดสี เรียกว่า ลิวโคพลาสต์ (leucoplast) ทำหน้าที่เป็นแหล่งเก็บสะสมโปรตีน หรือเก็บสะสมแป้ง ที่เรียกว่า เม็ดสี (starch grains) เรียกว่า amyloplast ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารคลอโรฟิลล์ ภายในคลอโรพลาสต์ ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นของเหลว เรียกว่า สโตรมา (stroma) มีเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง แบบที่ไม่ต้องใช้แสง (dark reaction) มี DNA, RNA, ไรโบโซม และเอนไซม์อีกหลายชนิด ปะปนกันอยู่ในของเหลวเป็นเยื่อลักษณะคล้ายเหรียญ ที่เรียงซ้อนกันอยู่ เรียกว่า กรานา (grana) ระหว่างกรานา จะมีเยื่อเมมเบรนเชื่อมให้กรานาติดต่อกัน เรียกว่า อินเตอร์กรานา (intergrana) หน่วยย่อย ซึ่งเปรียบเสมือนเหรียญแต่ละอัน เรียกเหรียญแต่ละอันว่า กรานาลาเมลลา (grana lamella) หรือกรานาไทลาคอยด์ (grana thylakoid) ไทลาคอยด์ในตั้งเดียวกัน ส่วนที่เชื่อมติดกัน เรียกว่า สโตรมาไทลาคอยด์ (stroma thylakoid) ไม่มีทางติดต่อกันได้ แต่อาจติดกับไทลาคอยด์ในตั้งอื่น หรือกรานาอื่นได้ทั้ง กรานาและอินเตอร์กรานา เป็นที่อยู่ของคลอโรฟิลล์ รงควัตถุอื่นๆ และพวกเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงแบบที่ต้องใช้แสง (light reaction) บรรจุอยู่หน้าที่สำคัญของคลอโรพลาสต์ คือการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) โดยแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินเหมาะสมต่อการสังเคราะห์ ด้วยแสงมากที่สุด

2. ผนังเซลล์ (Cell wall) ผนังเซลล์ เป็นเยื่อหนา หุ้มอยู่ชั้นนอก ของเยื่อหุ้มเซลล์ผนังเซลล์นี้โปรโตพลาสซึมสร้างขึ้นมา เพื่อเพิ่มความแข็งแรง พบในแบคทีเรีย เห็ดรา สาหร่าย พืชชนิดต่างๆ ในแบคทีเรีย ผนังเซลล์มีโพลีแซคคาไรด์เป็นแกน และมีโปรตีนกับไขมันยึดเกาะ ชั้นที่ให้ความแข็งแรง และอยู่ชั้นในสุด เรียกว่า ชั้นมิวรีน (murein) หรือเปปติโดไกลแคน (peptidoglycan) เห็ดรา ผนังเซลล์เป็นพวกไคติน (chitin) ซึ่งเป็นสารประกอบ ชนิดเดียวกันกับเปลือกกุ้ง บางครั้งอาจพบว่า มีเซลล์ulosonอยู่ด้วย สาหร่าย ผนังเซลล์ประกอบด้วยเพคติน (pectin) เป็นส่วนใหญ่ และมีเซลล์ulosonประกอบอยู่ด้วยในพืชผนังเซลล์ ประกอบด้วย เซลลูลอส และสารประกอบเพคติน เป็นต้น ผนังเซลล์พืชที่อยู่ติดๆ กัน ถึงแม้จะหนา และแข็งแรง แต่ก็มีช่องทางติดต่อกันได้ เป็นทางติดต่อของไซโตพลาสซึมทั้ง 2 เซลล์ ที่เรียกว่า พลาสโมเดสมาตา (plasmodesmata)

3. แวกิวโอล (vacuole) เป็นออร์แกเนลล์ ที่มีเยื่อหุ้มชั้นเดียว มีลักษณะเป็นถุง มีเมมเบรน ซึ่งเรียกว่า โทโนพลาสต์ (tonoplast) ห่อหุ้ม ภายในมีสารต่างๆ บรรจุอยู่ โดยทั่วไป จะพบในเซลล์พืช และสัตว์ชั้นต่ำ ในสัตว์ชั้นสูง มักไม่ค่อยพบ แวกิวโอล ทำหน้าที่ ช่วยให้เซลล์พืชดำรงชีวิต และยังทำหน้าที่เก็บสะสมสาร ที่เป็นอันตราย ต่อไซโตพลาสซึมของเซลล์ ในเซลล์พืชที่ยังอ่อนจะมีแวกิวโอลเล็กๆ เป็นจำนวนมาก เซลล์พืชที่เจริญเติบโต เต็มที่สมบูรณ์ แวกิวโอลจะรวมกัน มีขนาดใหญ่ประมาณ 95 % หรือมากกว่า โดยปริมาตรของแต่ละเซลล์ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

3.1 แชนป์ แวกิวโอล (sap vacuole) พบเฉพาะในเซลล์พืชเท่านั้น ภายในบรรจุของเหลว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำ และสารละลายอื่นๆ ในเซลล์พืชที่ยังอ่อนๆอยู่ แชนป์แวกิวโอลจะมีขนาดเล็ก รูปร่างค่อนข้างกลม แต่เมื่อเซลล์แก่ขึ้น แวกิวโอลชนิดนี้ จะมีขนาดใหญ่เกือบเต็มเซลล์ ทำให้ส่วนของนิวเคลียส และไซโตพลาสซึม ส่วนอื่นๆ ถูกดันไปอยู่ทางด้านข้าง ด้านใดด้านหนึ่งของเซลล์

3.2 ฟูดแวกิวโอล (food vacuole) พบในโปรโตซัวพวกอะมีบา และพวกที่มีขนซีเรียนอกจากนี้ ยังพบในเซลล์เม็ดเลือดขาว และฟาโกไซติกเซลล์ (phagocytic cell) ฟูดแวกิวโอลเกิดจากการนำอาหารเข้าสู่เซลล์หรือการกิน แบบฟาโกไซโทซิส (phagocytosis) ซึ่งอาหารนี้จะทำการย่อย โดยน้ำย่อยจากไลโซโซมต่อไป

3.3 คอนแทรกไทล์แวกิวโอล (contractile vacuole) พบในโปรโตซัวน้ำจืดเท่านั้น เช่น อะมีบา พารามีเซียม ทำหน้าที่ขับถ่ายน้ำที่มากเกินไปเกินความต้องการ และของเสียที่ละลายน้ำออกจากเซลล์ และควบคุมสมดุลน้ำ ภายในเซลล์ให้พอเหมาะด้วย

4. ไมโทคอนเดรีย (Mitochondrion) เป็นออร์แกเนลล์ ที่พบเฉพาะในเซลล์ ของยูคาริโอต ที่ใช้ออกซิเจน ในการหายใจเท่านั้น ในระยะแรกที่พบ มีการตั้งชื่อออร์แกเนลล์นี้หลายชื่อ จนกระทั่ง พ.ศ. 2440 เบนดา (benda) ได้เรียกว่า ไมโทคอนเดรีย ไมโทคอนเดรียพบในยูคาริโอตเกือบทุกชนิด ยกเว้นเซลล์บางชนิด เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดง โดยเซลล์แต่ละเซลล์ มีจำนวนไมโทคอนเดรียไม่

เท่ากัน โดยทั่วไป พบไมโทคอนเดรียมาก ในเซลล์ที่มีอัตราเมตาบอลิซึมสูง เช่น เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ เซลล์ต่อมเซลล์ที่กำลังเจริญเติบโต เป็นต้น

หน้าที่ของไมโทคอนเดรีย

4.1. สร้างสารให้พลังงานสูง คือ ATP (Adenosine triphosphate) โดยแยกเป็น 2 ส่วน คือ เยื่อหุ้มด้านนอก ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารประกอบ ฟอสโฟลิปิด เยื่อหุ้มด้านใน มีเอนไซม์เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ ATP

4.2. ภายในเมทริกซ์มีของเหลว ที่ทำหน้าที่เป็นเอนไซม์ ซึ่งเกี่ยวข้อง กับปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในวัฏจักรเครปส์ (Krebs cycle)

4.3. มี DNA (Deoxyribonucleic acid) RNA (Ribonucleic acid) เอนไซม์ และไรโบโซม อยู่ในออร์แกเนลล์ ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนขึ้น ภายในออร์แกเนลล์

รูปร่างของไมโทคอนเดรีย เป็นก้อนกลม หรือก้อนรีๆ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.5-1.0 ไมครอน ความยาวประมาณ 5-10 ไมครอน หรือยาวมากกว่า มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น ซึ่งเป็นชนิดยูนิตเมมเบรน (unit membrane) เยื่อชั้นในมีลักษณะเป็นท่อ หรือเยื่อที่พับทบกันอยู่ เรียกว่า คริสตี (cristae) ท่อนี้ยื่นเข้าไปในส่วนของเมทริกซ์ (matrix) ที่เป็นของเหลว ของสารประกอบหลายชนิด

5. เยื่อหุ้มเซลล์ (Plasma membrane) เป็นเยื่อหุ้มที่อยู่ชิดกับผนังเซลล์ อาจจะมีลักษณะเรียบ หรืออาจจะพับไปมา เพื่อขยายขนาด เยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปในเซลล์ เรียกว่า mesosome มีหน้าที่ควบคุมการเข้าออกของน้ำ สารอาหาร และออสโมไลต์ต่างๆ เป็นตัวแสดงขอบเขตของเซลล์ เซลล์ทุกชนิดต้องมีเยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์เป็นเยื่อบางๆ ประกอบด้วยสารประกอบ 2 ชนิด คือ ไขมันชนิดฟอสโฟลิปิด กับโปรตีน โดยมีฟอสโฟลิปิดอยู่ตรงกลาง 2 ข้างเป็นโปรตีน โดยมีไขมันหนาประมาณ 35 อังสตรอม และโปรตีนข้างละ 20 อังสตรอม รวมทั้งหมดหนา 75 อังสตรอม ลักษณะที่แสดงส่วนประกอบ ของเยื่อหุ้มเซลล์นี้ ต้องส่องดู ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จึงจะเห็นได้ เยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่ห่อหุ้มส่วนที่อยู่ภายในทั้งหมด และเป็นเยื่อเลือกผ่าน (Semi permeable membrane หรือ Differentially permeable membrane) ดังนั้นจึงทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนสารระหว่างเซลล์และสิ่งที่อยู่โดยรอบ รวมทั้งการกระจายประจุไฟฟ้า จนทำให้เกิด ความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นได้ ระหว่างภายในเซลล์ และนอกเซลล์ สารเคลือบเซลล์ (cell coat) โดยทั่วไปเซลล์จะมีสารเคลือบ เยื่อหุ้มเซลล์ด้านนอก อีกชั้นหนึ่ง สารเหล่านี้ ไกลโคพลาสมาซึมเป็นตัวสร้างขึ้นมา ในเซลล์สัตว์มีสารเคลือบ พวกไกลโคโปรตีน (glycoprotein) คือ เป็นสารประกอบ ของคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน สารเคลือบเซลล์ในเซลล์ แต่ละชนิดของสัตว์จะต่างกัน แต่สารเคลือบเซลล์ ทำหน้าที่อย่างเดียวกัน คือทำให้เซลล์เหล่านั้น รวมกลุ่มกันได้เป็นเนื้อเยื่อ อวัยวะ และระบบอวัยวะมากที่สุด

บางครั้งเซลล์อาจผิดปกติ มีการแบ่งตัวเร็วเกินไป เพราะสารเคลือบเซลล์ผิดปกติ จนกลายเป็นมะเร็ง ซึ่งร่างกายควบคุมไม่ได้ ในพืชมีสารเคลือบต่างๆ เช่น ลิกนิน (lignin) เซลลูโลส คิวติน (cutin)

ซูเบอร์ิน (suberin) และเพคติน ทำให้เกิดเป็นผนังเซลล์ที่ไร้ชีวิต อยู่ชั้นนอกของเยื่อหุ้มเซลล์ โดยมีเซลลูโลส เป็นแกนนำสำคัญของผนังเซลล์พืชทุกชนิด และมีสารอื่นๆ ปะปนอยู่

โครโมโซม

อมรา (2546) อธิบายถึงโครโมโซมไว้ดังนี้ โครโมโซม (Chromosome) จัดเป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลทางพันธุกรรม โดยทำหน้าที่ควบคุมและถ่ายทอดข้อมูล เกี่ยวกับ ลักษณะทางพันธุกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต เช่น ลักษณะของเส้นผม ลักษณะดวงตา เพศ และผิว การศึกษา ลักษณะโครโมโซม จะต้องอาศัยการดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายสูงๆ จึงจะสามารถ มองเห็นรายละเอียดของโครโมโซมได้

หน่วยพันธุกรรม หรือ ยีน (Gene) ที่ปรากฏอยู่บนโครโมโซม ประกอบด้วยดีเอ็นเอ ทำหน้าที่กำหนดลักษณะ ทางพันธุกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต หน่วยพันธุกรรม จะถูกถ่ายทอดจากสิ่งมีชีวิต รุ่นก่อนหน้าสู่ลูกหลาน เช่น ควบคุมกระบวนการที่เกี่ยวกับกิจกรรมทั่ว ๆ ไปทางชีวเคมี ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ไปจนถึงลักษณะปรากฏที่พบเห็นหรือสังเกตได้ด้วยตา เช่น รูปร่างหน้าตาของเด็กที่มีบางส่วนเหมือนกับแม่ สีขนของดอกไม้ รสชาติของอาหารนานาชาติ ล้วนแล้วแต่เป็นลักษณะที่บันทึกอยู่ในหน่วยพันธุกรรมทั้งสิ้น

ลักษณะโครโมโซม

อมรา (2546) กล่าวถึงลักษณะของโครโมโซมไว้ว่า

ในภาวะปกติเมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์จะเห็น โครโมโซมมีลักษณะคล้ายเส้นด้ายบางๆ เรียกว่า โครมาติน (Chromatin) ขดตัวอยู่ในนิวเคลียส เมื่อเซลล์เริ่มแบ่งตัว เส้นโครมาตินจะหดตัวสั้นเข้ามีลักษณะเป็นแท่ง จึงเรียกว่า โครโมโซม แต่ละโครโมโซมประกอบด้วยแขนสองข้างที่เรียกว่า โครมาทิด (Chromatid) ซึ่งแขนทั้งสองข้างจะมีจุดเชื่อมกัน เรียกว่า เซนโทรเมียร์ (Centromere)

โครโมโซมเป็นโครงสร้างที่อยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ ในขณะที่เซลล์ไม่แบ่งตัว โครโมโซมจะยืดยาวออกคล้ายเส้นใยเล็กๆ สานกันอยู่ในนิวเคลียส เมื่อมีการแบ่งเซลล์จะมีการแบ่งโครโมโซม โดยโครโมโซมจะจำลองตัวเองขึ้นมา เป็นเส้นคู่ที่เหมือนกันทุกประการ แล้วค่อยๆ ขดตัวสั้นเข้า โครโมโซมจะโตมาก การศึกษาโครโมโซมจึงต้องศึกษาในระยะแบ่งเซลล์ ถ้ามีเทคนิคในการเตรียมที่ดี ก็จะสามารถมองเห็นรูปร่างลักษณะ ของโครโมโซมจากกล้องจุลทรรศน์ และอาจนับ

จำนวนโครโมโซมได้ โครโมโซม เป็นโครงสร้างที่อยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ ในขณะที่เซลล์ไม่แบ่งตัวหรืออยู่ในระยะอินเตอร์เฟส (Interphase) จะไม่เห็นโครโมโซมเนื่องจากโครโมโซมอยู่ในลักษณะเป็นเส้นใยเล็กๆ สานกันอยู่ในนิวเคลียส เส้นใยนี้เรียกว่า โครมาติน (Chromatin) แต่เมื่อเซลล์จะแบ่งตัวโครมาตินแต่ละเส้นจะแบ่งจาก 1 เป็น 2 เส้น แล้วขดตัวสั้นเข้า และหนาขึ้นจนมองเห็นเป็นแท่งในระยะโพรเฟส และ เมทาเฟส และเรียกชื่อใหม่ว่า โครโมโซม ทำให้สามารถมองเห็นรูปร่างลักษณะและจำนวนโครโมโซมได้ โครโมโซมที่เห็นได้ชัดในระยะเมทาเฟส ประกอบด้วย โครมาทิด 2 อัน ยึดติดกันตรงเซนโทรเมียร์ ส่วนของโครโมโซมที่ยื่นออกไปจากเซนโทรเมียร์ เรียกว่า แขน อันสั้นเรียกว่า แขนสั้น อันยาวเรียกว่า แขนยาว ในโครโมโซมบางอัน มีเนื้อโครโมโซมเล็กๆ ยึดติดกับส่วนใหญ่โดยเส้นเล็กๆ เรียกว่า เนื้อโครโมโซมเล็กๆ นั่นว่า Stellite และเส้นโครโมโซมเล็กๆ นั้น เรียกว่า secondary constriction

โครมาติน เป็นสารนิวคลีโอโปรตีน ซึ่งก็คือ DNA สายยาวสายเดียวที่พันรอบโปรตีนที่ชื่อ ฮิสโตน (histone) เอาไว้ ทำให้รูปร่างโครมาตินคล้ายลูกบิดที่เรียงต่อกัน แล้วมี DNA พันรอบลูกบิดนั้น ในเซลล์ทั่วๆ ไป เมื่อย้อมสีเซลล์ ส่วนของโครมาตินจะติดสีได้ดีและมองดูคล้ายตาข่ายละเอียดๆ จึงเห็นนิวเคลียสชัดเจน

แต่ละโครโมโซมประกอบด้วย 2 โครมาทิด ที่เหมือนกัน ซึ่งเกิดจากการที่โครโมโซมจำลองตัวเองในระยะอินเตอร์เฟส (Interphase) เพื่อจะแยกออกจากกันในระยะแอนาเฟส anaphase ของการแบ่งเซลล์ โครมาทิดทั้งสองจะติดกันอยู่ตรงส่วนที่เรียกว่า เซนโทรเมียร์ (Centromere) รวมเรียกเซนโทรเมียร์แบ่งเป็น 2 ส่วน แต่ละโครมาทิดก็เรียกว่าโครโมโซม นั่นคือ 1 โครโมโซม มี 1 เซนโทรเมียร์ โครโมโซม ของเซลล์ร่างกายจะอยู่กันเป็นคู่ๆ แต่ละคู่เรียกว่า โฮโมโลกัสโครโมโซม (Homologous Chromosome)

การนำโครโมโซมขนาดต่างๆ มาเรียงกันกันเรียกว่า แคริโอไทป์ (Karyotype) โดยจำแนกตามลักษณะ ขนาด และตำแหน่งของเซนโทรเมียร์อาจจะอยู่ตรงกลาง ค่อนไปทางปลาย หรือ ปลายโครโมโซม จึงแบ่งลักษณะโครโมโซมเป็นแบบต่างๆ ได้ดังนี้

1. Metacentric เมตาเซนตริก เป็นโครโมโซมที่มีแขนยื่น 2 ข้างออกจากเซนโทรเมียร์เท่ากัน หรือเกือบเท่ากัน
2. Submetacentric ซับเมตาเซนตริก เป็นโครโมโซมที่มีแขนยื่นออกมา 2 ข้างจากเซนโทรเมียร์ไม่เท่ากัน
3. Acrocentric อะโครเซนตริก เป็นโครโมโซมที่มีลักษณะเป็นแท่ง โดยมีเซนโทรเมียร์อยู่ใกล้กับปลายข้างใดข้างหนึ่ง จึงเห็นส่วนเล็กๆ ยื่นออกจากเซนโทรเมียร์

4. Telocentric เทโลเซนตริก เป็นโครโมโซมที่มีลักษณะเป็นแท่ง โดยมีเซนโทรเมียร์อยู่ตอนปลายสุดของโครโมโซม โครมาทิด 2 โครมาทิด มีตัวเชื่อมคือ เซนโทรเมียร์

ความผิดปกติของโครโมโซม

อมรา (2546) อธิบายถึงลักษณะความผิดปกติของโครโมโซมไว้ว่า ความผิดปกติของโครโมโซม หรือ การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม โครโมโซมเป็นโครงสร้างที่อิสระที่อยู่ภายในนิวเคลียส ซึ่งเห็นได้ชัดในช่วงที่มีการแบ่งเซลล์ โครโมโซมประกอบด้วยหน่วยพันธุกรรม หรือ ยีน โครโมโซมเป็นแหล่งที่มียีนมากมาย ซึ่งเมื่อมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส หรือ ไมโอซิส ความผิดพลาดอาจเกิดขึ้นได้โดยอาจมีผลทำให้จำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้น หรือ ลดน้อยลง หรือ ขึ้นส่วนของโครโมโซมเพิ่มขึ้นมาหรือขาดหายไป ปรากฏการณ์เหล่านี้ยังส่งผลต่อลักษณะฟีโนไทป์ของคนได้หลายรูปแบบ ดังนั้นพอจะจัดแบ่งความผิดพลาดของโครโมโซมได้ 2 ประเภทใหญ่ คือ

1. ความผิดปกติของโครงสร้างของโครโมโซม เช่น การที่เนื้อโครโมโซมขาดหายไป เพิ่มขึ้นหรือสลับที่จากเดิม จึงมีผลทำให้รูปร่างของโครโมโซมผิดไปจากเดิม
2. ความผิดพลาดของจำนวนโครโมโซมซึ่งอาจจะมีจำนวนโครโมโซมเพิ่มมากขึ้นหรือลดจำนวนไปจากเดิมที่มีอยู่

เนื่องจากโครโมโซมเป็นตำแหน่งที่อยู่ของยีนซึ่งเป็นตัวควบคุมพฤติกรรมต่างๆของสิ่งมีชีวิต การเจริญเติบโตอย่างปกติย่อมเกิดจากการควบคุมของยีนในสภาพสมดุล ถ้าสิ่งมีชีวิตใดมีจำนวนโครโมโซมเปลี่ยนไปจากเดิมย่อมก่อให้เกิดผลต่างๆ ตามมา การศึกษารูปร่างและลักษณะโครโมโซม จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง สิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์ มีจำนวนโครโมโซมและลักษณะของโครโมโซมคงที่ สิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์โดยใช้เพศมีจำนวนโครโมโซม 2 แบบในเซลล์ต่างชนิดกัน เซลล์ร่างกายมี 2 ดิพลอยด์ (2n) และเซลล์สืบพันธุ์เป็นแบบแฮพลอยด์ (n) สิ่งมีชีวิตสืบพันธุ์แบบไม่ใช้เพศมีเพียงอย่างเดียว คืออาจเป็นดิพลอยด์หรือแฮพลอยด์ได้ขึ้นกับกำเนิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ตัวอย่าง จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตต่างๆ คือ แบคทีเรีย (*Escherichia Coli*) มี 1 โครโมโซม ข้าวโพด (*Zea mays*) มี 20 โครโมโซม และคน (*Homo sapiens*) มี 46 โครโมโซม เป็นต้น

ความสนใจในการศึกษาจำนวนโครโมโซมเริ่มมีมาตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 20 โดยเริ่มจากการศึกษาโครโมโซมของพืชและแมลง ทั้งนี้เพราะอาศัยเทคนิคที่คล้ายคลึงกัน McClintock เป็นคนแรกที่ศึกษาโครโมโซมในระยะการแบ่งเซลล์ไมโอซิสของข้าวโพด ได้ประดิษฐ์เทคนิคการกดยาล้อมบนแผ่นสไลด์ (Squash preparation) การผสมสีชนิด aceto - carmine ใช้ย้อมเซลล์พืช

B-Chromosome

Camacho (2000) ได้กล่าวถึง ลักษณะ B-Chromosome ไว้ว่า ลักษณะของ B-Chromosome จะขนาดเล็กมากซึ่งสามารถมองเห็นในลักษณะจุด โดยโครงสร้างของ B-Chromosome สามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ metacentric และ sub-metacentric

การทำงานของ B-Chromosome จะไม่ไปรบกวนการทำงานของ A-Chromosome แต่ลักษณะของ B-Chromosome จะมีผลต่อ A-Chromosome ดังนี้ ลักษณะการเพิ่มที่ไม่สมส่วนของโครโมโซม (Chiasma), ลักษณะการเพิ่มของความแปรปรวน, ลักษณะการเป็นหมัน เป็นต้น

B-Chromosome จะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการการเพิ่มหรือการคัดลอกโครโมโซมปกติที่ปรากฏ แต่จะทำหน้าที่ระงับการทำงานของโฮโมโลกัส (Homologous) กับการรีดิวซ์ระหว่างโครโมโซมโฮโมโลกัสในอัลโลโพลอยด์

ขั้นตอนของการเตรียมสารเคมีในการศึกษาโครโมโซม

สารเคมีที่ใช้ในการศึกษาโครโมโซม มีดังนี้ Fixative solution , Colchicine เป็นต้น โดยสารเคมีหลักที่ใช้ในการศึกษาโครโมโซมคือ Colchicine (อมรา, 2546)

บุญยืน (2551) ได้ให้คำอธิบายไว้ดังนี้ โคลชิซิน หรือ acetyltrimethylcolchicinic acid มีชื่อทางเคมีคือ : (S)-N-(5,6,7,9-tetrahydro-1,2,3,10-tetramethoxy-9-oxobenzo (a) heptalen-7-yl) acetamide น้ำหนักโมเลกุล 399.43 มีสูตรเคมี $C_{22}H_{25}NO_6$ สารชนิดนี้สามารถสกัดได้จากต้น meadow saffron (*Colchicum autumnale*) และดอกคิง (*Gloriosa superba* L.) ซึ่งพบสารโคลชิซินอยู่แทบทุกส่วนของลำต้น โดยเฉพาะฝัก และเมล็ดจะมีปริมาณสูงมาก จัดเป็นพืชสมุนไพร มักใช้ส่วนของต้นที่เป็นเหง้า และหัวใต้ดินต้มน้ำรับประทานแก้ท้องอืดท้องเฟ้อ คนไทยในชนบทนิยมใช้ดอกคิงเป็นยารักษาโรคพยาธิภายในให้แก่สัตว์เลี้ยงจำพวกโคกระบือ ซึ่งจะใช้ต้นสดทั้งต้น ให้แก่สัตว์เลี้ยงที่เป็นโรคกิน

สารโคลชิซินมีพิษคล้ายสารหนู ก่ออันตรายได้ด้วยการสัมผัส ถ้าเข้าตาจะทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรง และตาบอดชั่วคราว หากรับประทานเข้าไปจะเป็นพิษรุนแรงกับระบบทางเดินอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณกระเพาะ และลำไส้ ถ้าหากได้รับสารในปริมาณมากๆ อาจถึงตายได้ สารนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในการแพทย์ โดยสามารถนำมาใช้รักษาโรคบางอย่างได้ สารนี้ยังมีประโยชน์ในด้านการศึกษเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ของเซลล์ เนื่องจากมีรายงาน และการทดลองทั้งใน และต่างประเทศ พบว่ามีการใช้โคลชิซินซึ่งเป็นสารเคมีประเภทอัลคาลอยด์ ที่มีผลต่อกระบวนการแบ่งเซลล์ โดยทำหน้าที่ในการยับยั้งการพัฒนของ spindle fiber ทำให้โครโมโซมไม่สามารถแยกออกจากกันไปอยู่ในแต่ละด้านของเซลล์ได้ จึงส่งผลให้เซลล์นั้นไม่สามารถแยก

โครโมโซมออกจากกันได้ ซึ่งคุณสมบัตินี้ได้นำมาใช้ในด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช ให้มีจำนวนชุดของโครโมโซมเพิ่มเป็น 2 เท่าได้

การชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมด้วยสารโคลชิซินนั้น ยังใช้ประโยชน์ในด้านการชักนำพืชที่เป็น haploid ให้เป็น diploid เพื่อใช้ประโยชน์ในการหาสายพันธุ์แท้ หรือการพัฒนาสายพันธุ์

การนำสารโคลชิซินมาใช้กับพืช เพื่อชักนำให้พืชเพิ่มจำนวนโครโมโซม จะต้องใช้กับส่วนของพืชที่กำลังเจริญเติบโต ซึ่งมีอัตราการแบ่งเซลล์สูง ดังนั้นจึงมักใช้กับเมล็ดที่กำลังงอก ตา หรือยอดที่กำลังงอกใบใหม่ และสามารถใช้กับส่วนต่างของพืช เช่น เมล็ด ราก เป็นต้น

ปัจจัยคุณภาพเป็นสิ่งสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อยู่ในน้ำ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยทางกายภาพหรือทางเคมีภาพ เช่น ความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน เป็นต้น

ความเป็นกรดด่าง (pH)

เป็นดัชนีแสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในน้ำในทางปฏิบัติจะแสดงถึงความเป็นกรดด่างของน้ำ ค่าพีเอช (pH) ของน้ำที่มีคุณสมบัติเป็นกรดจะมีค่าพีเอชต่ำกว่า 7 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำที่มีคุณสมบัติเป็นกลางจะมีค่าพีเอชเป็น 7 มิลลิกรัมต่อลิตร ในแหล่งน้ำกร่อยทั่วไปมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 7 – 8 มิลลิกรัมต่อลิตร แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่จะเจริญได้ดีในน้ำที่มีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 8 – 8.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และเนื่องจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชในเวลากลางวันจะทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในน้ำลดลงส่งผลความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้น และในเวลากลางคืนค่าพีเอชของน้ำจะลดลง เนื่องจากกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ จะคายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทำให้น้ำมีความเป็นกรดมากขึ้น (พงศ์เชษฐ, ม.ป.ป.)

อุณหภูมิ (Temperature)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ มีผลทางตรงและทางอ้อมต่อสัตว์น้ำและพืชน้ำ ในทางตรงอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ทำให้ขบวนการเมตาบอลิซึมภายในร่างกายสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น 10 เท่าทำให้สัตว์มีความต้องการอาหาร ส่วนทางอ้อมมีผลต่อกิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์สารของจุลินทรีย์ ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลง และละลายออกซิเจนในน้ำลดลงเช่นกัน (พงศ์เชษฐ, ม.ป.ป.)

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)

พงศ์เชษฐ (ม.ป.ป.) ได้กล่าวถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำไว้ดังนี้ ออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการดำรงชีวิต เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ต้องการออกซิเจนเพื่อการหายใจ และการเจริญเติบโต ออกซิเจนในน้ำขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิระดับสูงและความเค็ม ออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยเมื่ออุณหภูมิสูง และน้ำที่มีความเค็มสูงจะมีการละลายอัตราความเข้มข้นเท่ากับออกซิเจนในบรรยากาศเรียกว่า จุดอิ่มตัว (Saturation Level) ดังนั้นสัตว์น้ำจะเสี่ยงต่อการขาดแคลนออกซิเจนมากกว่าสัตว์บก ในช่วงฤดูร้อนอัตราการย่อยสลาย และปฏิกิริยาต่างๆ จะเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณความต้องการออกซิเจนสูงไปด้วย บางครั้งในแหล่งน้ำจะมีปรากฏการณ์เกิดจุดอิ่มตัว (Super-saturation) เนื่องจากการผลิตออกซิเจนออกมามาก เช่น พืชสีเขียวทำการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ตอนกลางวัน ดังที่กล่าวหาในการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นการควบคุมและป้องกันไม่ให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงอยู่ในระดับต่ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อปกป้องสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำอยู่ได้ปกติ แหล่งที่มาของออกซิเจน

- 1.จากบรรยากาศโดยตรง เช่น กรแสลมพัดผ่านผิวน้ำ แต่มีปริมาณไม่มาก
- 2.จากขบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ของพืชน้ำ เช่น แพลงก์ตอนพืชเป็นแหล่งให้ออกซิเจนในน้ำมากที่สุด ซึ่งตอนกลางวันจะสังเคราะห์แสงผลิตออกซิเจนออกมาละลายในน้ำ
- 3.จากขบวนการเคมีอื่นๆในน้ำโดยแหล่งน้ำบางแหล่งมีแร่ธาตุทำปฏิกิริยากันทำให้เกิดออกซิเจนละลายในน้ำได้

สัตว์น้ำและพืชน้ำใช้ออกซิเจนเพื่อการหายใจ การควบคุมปริมาณพืชน้ำและแพลงก์ตอนจึงมีความจำเป็นเพื่อให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเพียงพอตลอดวัน การเน่าสลายของอินทรีย์วัตถุต่างๆโดยแบคทีเรียที่ต้องการใช้ออกซิเจนอย่างเดียวยที่เรียกว่า Biochemical oxygen demand (BOD) จะเป็นกรณีในการแสดงว่าในน้ำมีการเน่าเสียเล็กน้อยเพียงใด ถ้าปริมาณความต้องการออกซิเจนสูงมาก แสดงว่าในน้ำมีอินทรีย์วัตถุเน่าสลายอยู่มาก โดยมีแบคทีเรียทำการย่อยสลายโดยทั่วไป สิ่งมีชีวิตไม่สามารถทนอยู่ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่า 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลานาน แต่สิ่งมีชีวิตบางชนิดสามารถอาศัยในพื้นที่ที่มีออกซิเจนต่ำ เพราะมีอวัยวะในการช่วยหายใจ ดังนั้นในการควบคุมป้องกันไม่ให้สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำได้รับอันตรายไม่ควรให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ หากต่ำกว่านี้ควรเป็นระยะเวลาสั้นเพียง 2-3 ชั่วโมง

ฟอสฟอรัส (Phosphorus)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุจำเป็นในการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนและพืชน้ำ รูปแบบของฟอสฟอรัสที่แพลงก์ตอนและพืชน้ำสามารถนำไปใช้ได้จะอยู่ในรูปของฟอสฟอรัสละลาย (Soluble reactive phosphorus) หรือออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) ส่วนโพลีฟอสเฟต (Polyphosphates) ซึ่งพบมากในน้ำทิ้งที่มาจากอาคารบ้านเรือน และอินทรีย์ฟอสเฟต (Organic phosphates) ที่มาจากขบวนการทางชีวภาพนั้น แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำไม่สามารถนำไปใช้ได้ (มันลิน, 2540)

ไนไตรต์ (Nitrite)

มันลิน (2540) กล่าวถึงไนไตรต์ไว้ดังนี้ ไนไตรต์เป็นตัวกลางที่ได้จากขบวนการ Nitrification ของแอมโมเนีย โดยมีแบคทีเรียชนิด *Nitrosomonas sp.* และ *nitrobactor sp.* เป็นสารที่มีพิษต่อสัตว์น้ำ ไนโตรเจนในน้ำส่วนใหญ่มาจากสารอินทรีย์ ไนไตรต์เกิดขึ้นเนื่องจากการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) ไม่สมบูรณ์เนื่องจากขาดออกซิเจน และความไม่สมดุลของสัดส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน (C:N Ratio)

กระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) ที่ไม่สมบูรณ์ เพราะกระบวนการดีไนตริฟิเคชันที่จะเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ในสภาวะธรรมชาติเป็นไปได้ยาก เนื่องจากจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยประกอบหลาย ๆ ปัจจัย โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมากเพื่อดึงอิเล็กตรอนออก (Electron Transfer System: ETS) จึงเกิดการสะสมของไนไตรต์ขึ้น

กระบวนการไนเตรดรีดักชัน (Nitrate Reduction) ในสภาวะที่ขาดออกซิเจนที่พื้นบ่อจะมีจุลินทรีย์บางชนิดสามารถดึงออกซิเจนจากไนเตรดมาใช้ได้ จนเกิดเป็นไนไตรต์และมีการสะสมเกิดขึ้น ความเป็นพิษของไนไตรต์ต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำเกิดจากที่ไนไตรต์ไปออกซิไดซ์เหล็ก ซึ่งเป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบิน ทำให้กลายเป็นเมทฮีโมโกลบินซึ่งไม่สามารถขนถ่ายออกซิเจนได้ ทำให้เกิดการตายเนื่องจากขาดออกซิเจน ในสัตว์ประเภทพวกกุ้งและปูมีเลือดเป็นสีน้ำเงินมีฮีโมไซยานิน ไนไตรต์จะเข้าจับกับเม็ดเลือดน้อยกว่า ไนไตรต์จึงมีความเป็นพิษต่อกุ้งน้อยกว่า ความเป็นพิษมาจากเลือดกุ้งไม่สามารถจับตัวกับออกซิเจนได้ ไนไตรต์จะมีความเป็นพิษต่อพืชเมื่อมีปริมาณมากเกินไป เนื่องจากไนไตรต์สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

ระยะเวลาในการทำการศึกษาวิจัย

ระยะเวลาเริ่มดำเนินการ

เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2552

เสร็จสิ้น

เมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2553

สถานที่ค้นคว้าข้อมูล

ห้องสมุดและห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – ชุมพร

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – ชุมพร

ตารางแผนการดำเนินงาน

[illegible]

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

อุปกรณ์

1. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ
2. เครื่องวัด pH ยี่ห้อ LT Lutron รุ่น YK-200
3. เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ ยี่ห้อ LT Lutron รุ่น YK-200
4. กระดาษกรอง ยี่ห้อ Whatman Schleicher & Schuell ขนาด 125 มิลลิเมตร
5. กรวยกรอง
6. เครื่อง Specto Photometer ยี่ห้อ SPECTRONIC 21 MILTON ROYCOMPANY
7. เครื่องคอมพิวเตอร์
8. สมุดจดบันทึก
9. Objective Micrometer 0-1/100 mm.
10. แกลลอนขนาด 20 ลิตร สีดำ ผ่าครึ่ง
11. กล้องจุลทรรศน์ชนิด Compound
12. กล้องถ่ายรูปดิจิทัล ยี่ห้อ SAMSUNG รุ่น NV3
13. แผ่นสไลด์, Cover slip
14. คีมคีบปลายแหลม (Forceps)
15. ปิเปต (pipet)
16. บีกเกอร์
17. ขวดรูปกรวย (Erlenmeyer Flask)
18. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask)
19. ขวดแก้วขนาด 4 ออนซ์
20. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล 2 ตำแหน่ง รุ่น ISO 9001

สารเคมีที่ใช้ในการศึกษาเซลล์และโครโมโซม

1. Acetic acid
2. Carmine
3. Colchicine
4. Ethanol
5. 10% HCl
6. Distilled water

สารเคมีที่ใช้ในการตรวจคุณภาพน้ำ

1. Lead (II) Nitrate
2. ไนไตรท์: Sulfanilamide, N-(1-naphthyl)-ethylenediamine dihydrochloride solution
3. ฟอสฟอรัส: Sulfuric acid solution, Potassium antimony tartrate solution, Ammonium molybdate solution, Ascorbic acid, Standard phosphate solution
4. Distilled water

1. การวางแผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาเกี่ยวกับพิษของตะกั่วที่มีผลต่อโครโมโซมของต้นลานไพลิน โดยเป็นการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomize design, CRD) มีการกำหนดในเรื่องของปริมาณสารตะกั่วที่จะใส่ลงไปในการเลี้ยงต้นลานไพลิน การแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด การทดลอง ชุดทำการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 เป็นชุดควบคุม ปราศจากสารตะกั่ว

ชุดการทดลองที่ 2 มีการเพิ่มสารตะกั่วลงไปในการเลี้ยงต้นลานไพลิน ปริมาณ 3 มิลลิกรัม ต่อลิตร

ชุดการทดลองที่ 3 มีการเพิ่มสารตะกั่วลงไปในการเลี้ยงต้นลานไพลิน ปริมาณ 6 มิลลิกรัม ต่อลิตร

2. การเตรียมพืชไม้ทดลอง

นำต้นลานไพลินมาทำการปรับสภาพให้พืชแข็งแรงเพื่อใช้ในการทดลอง โดยการปลูกเลี้ยงในน้ำก่อนนำมาทดลองหนึ่งอาทิตย์

3. การเตรียมสารเคมีในการศึกษาโครโมโซม

โดยใช้วิธีการเตรียมสารเคมีในการศึกษาโครโมโซมของ อมรา คัมภีรานนท์ (2546)

Pretreatment

การทำ Pretreatment กับรากพืชเพื่อที่จะทำให้เซลล์พืชหยุดการแบ่งไมโทซิสในระยะเมทาเฟส ซึ่งระยะนี้โครโมโซมมีขนาดสั้นมากที่สุด ทำให้สามารถนับจำนวนและศึกษารูปร่างของโครโมโซมได้ชัดเจนสารที่ใช้ทำ pretreatment มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีผลต่อเซลล์เหมือนกันคือ

ทำให้ spindle fiber ของเซลล์ไม่สามารถสร้างขึ้นมาได้ การทำ pretreatment จะทำก่อนที่จะคงสภาพเซลล์ ด้วยน้ำยา fixative สารที่ใช้ทำ pretreatment มีดังนี้

Colchicine ใช้ความเข้มข้น 0.2% W/V ในน้ำ แช่ปลายรากนานประมาณ 1-2 ชั่วโมง จากนั้นจึงคงสภาพรากในน้ำยา fixative

Fixative solution หรือ Killing solution (น้ำยาคงสภาพเซลล์)

น้ำยาที่เป็น Fixing หรือ killing นี้ใช้เพื่อให้เซลล์พืชคงสภาพเดิม เหมือนเช่นการดองสัตว์ให้คงสภาพไม่เน่าเปื่อย น้ำยาประเภทนี้จำเป็นต้องเตรียมใหม่ๆ แล้วใช้ทันทีมีสูตรการผสมแบบต่างๆ กันดังนี้

Carnoy's fluid ประกอบด้วย absolute ethanol หรือ methanol: glacial acetic acid ในอัตราส่วน 3:1

4. การเตรียมสีย้อมเซลล์

Aceto – carmine โดยใช้วิธีการเตรียมสีย้อมเซลล์ของ อมรา คัมภีรานนท์

อุ่น 45% acetic acid ที่ร้อนละลายสี carmine ลงไปโดยใช้อัตราส่วน 1 กรัมของ carmine ในกรด acetic 200 มิลลิลิตร ต้มเคี่ยวนาน 1-2 นาที หรือจนกระทั่งสีแดงของ carmine เปลี่ยนสีเป็นสีแดงเข้มขึ้น จากนั้นปล่อยให้เย็นแล้วกรองด้วยกระดาษกรอง

5. การเตรียมโครโมโซม

โดยใช้วิธีการเตรียมของโครโมโซมของ อมรา คัมภีรานนท์ (2546)

เตรียมโครโมโซมจากรากพืช จากส่วนปลายรากพืชที่ได้จากการเพาะปลูกพืช รากที่นำมาต้องเป็นรากสดและมีสภาพดี ลักษณะรากที่ดีต้องมีความโปร่งแสงและมีสีขาว หรือปลายรากที่มีสีขาว

Pretreatment ล้างรากพืชให้สะอาด ตัดรากให้ตามยาวจากปลายรากขึ้นมาประมาณ 1 เซนติเมตร แช่ในสารละลาย pretreatment เพื่อให้เซลล์หยุดการแบ่งไมโทซิสที่ระยะเมทาเฟส เป็นระยะเวลา 4-6 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้องต้องไม่สูงกว่า 18 °C ที่สำคัญต้องใช้ภาชนะที่ปราศจากสารเคมีระหว่างแช่ควรเขย่าภาชนะเพื่อให้มีอากาศเข้าไปแทรกในน้ำยา เมื่อสิ้นสุดเวลาให้ใช้คีมคีบปลายแหลม (Forceps) คีบรากออกมาแช่ในน้ำยา fixative ต่อไป

Fixation เลือกรากที่ยังมีลักษณะดี แช่ในน้ำยา fixation นานอย่างน้อย 15 นาที ถ้าต้องการเก็บรากไว้เป็นเวลานานก่อนนำมาศึกษาโครโมโซม ให้เปลี่ยนแปลงเป็นแช่ปลายรากจาก fixative มาเป็น 70% ethanol และเก็บไว้ในที่เย็น 0-4 °C จนกว่าจะศึกษาต่อไป

6. การศึกษาคุณภาพน้ำ

โดยใช้วิธีศึกษาคุณภาพของ มั่นสิน ตันทุลเวศม์ (2540)

การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำที่จะทำการตรวจวิเคราะห์ก่อนเลี้ยงพืชลานไพลินและหลังจากใส่สารตะกั่วลงในกระถางเลี้ยง มีดังนี้

การเก็บตัวอย่างน้ำในกระถางเลี้ยงพืชลานไพลิน ซึ่งกระถางจะมีน้ำบรรจุอยู่ 12 ลิตร โดยการเก็บตัวอย่างน้ำจะใช้ขวดพลาสติกขนาด 200 มิลลิลิตร แล้วนำไปตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ

6.1 ปริมาณออกซิเจนในน้ำ วัดโดยเครื่อง DO meter (ยี่ห้อ LT LUTRON รุ่น YK-200)

6.2 ปริมาณความเป็นกรดต่างวัดโดยเครื่อง pH meter (ยี่ห้อ LT LUTRON รุ่น YK-200)

6.3 ค่าไนไตรต์ (Nitrite) โดยวิธี Colorimetric Method

6.4 ค่าฟอสฟอรัส โดยวิธี Ascorbic Acid method

7. การเก็บข้อมูล

7.1 เก็บข้อมูลของลักษณะเซลล์และต้นลานไพลินทั้งก่อน-หลังการทดลอง

7.2 เก็บข้อมูลคุณภาพน้ำก่อนนำต้นลานไพลินก่อนและหลังการทดลองในช่วงระยะเวลา 1 อาทิตย์

8. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างของข้อมูลจากการทดลองในแต่ละชุดการทดลอง และเปรียบเทียบลักษณะความแตกต่างของโครโมโซมหลังจากมีสารตะกั่วเข้ามาทำปฏิกิริยา นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลองโดยวิธี Duncan multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai statistics 6

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลอง

การศึกษาในเรื่อง พืชตะกั่วที่มีผลต่อเซลล์ต้นลานไพลิน โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 3 ชุด ชุดละ 3 ข้ว ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 และ 3 โดยจะมีตะกั่วไนเตรต (Pb(II)nitrate) ในปริมาณ 0, 3 และ 6 mg/L ตามลำดับ หลังจากที่ดินลานไพลินผ่านการแช่สารตะกั่วไนเตรตเป็นระยะเวลา 7 วัน และตรวจเก็บตัวอย่าง พบว่า ต้นลานไพลิน ชุดการทดลองที่ 1 ลักษณะของต้นลานไพลินมีลักษณะที่ปกติ คือ ลำต้นและใบมีลักษณะที่แข็งแรง ส่วนรากจะมีลักษณะออกเป็นสีขาว และมีการงอกของรากเพิ่มขึ้นดังภาพที่ 2 ชุดการทดลองที่ 2 ลักษณะลำต้น ใบ และราก มีความแตกต่างไปจากชุดการทดลองที่ 1 โดยลักษณะลำต้นกับใบจะลักษณะนี้ม และใบเกิดการร่วงหลุดออกจากลำต้น ส่วนรากจะมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและหยุดการเจริญเติบโต ดังภาพที่ 3 ชุดการทดลองที่ 3 ลักษณะลำต้น ใบ และราก หลุดแยกออกจากกัน ในสภาพที่เน่าเปื่อย

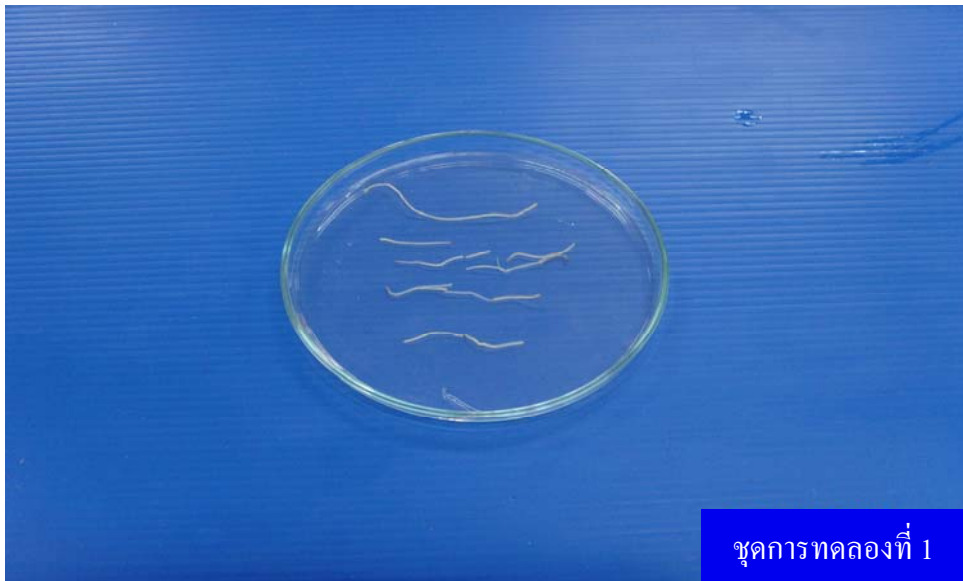


ภาพที่ 2_ลักษณะต้นลานไพลินที่ผ่านการทดลอง 7 วัน ในชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 3 ลักษณะต้นลานไพลินที่ผ่านการทดลอง 7 วัน ในชุดการทดลองที่ 2
มีปริมาณตะกั่วไนเตรด 6 มิลลิกรัมต่อลิตร

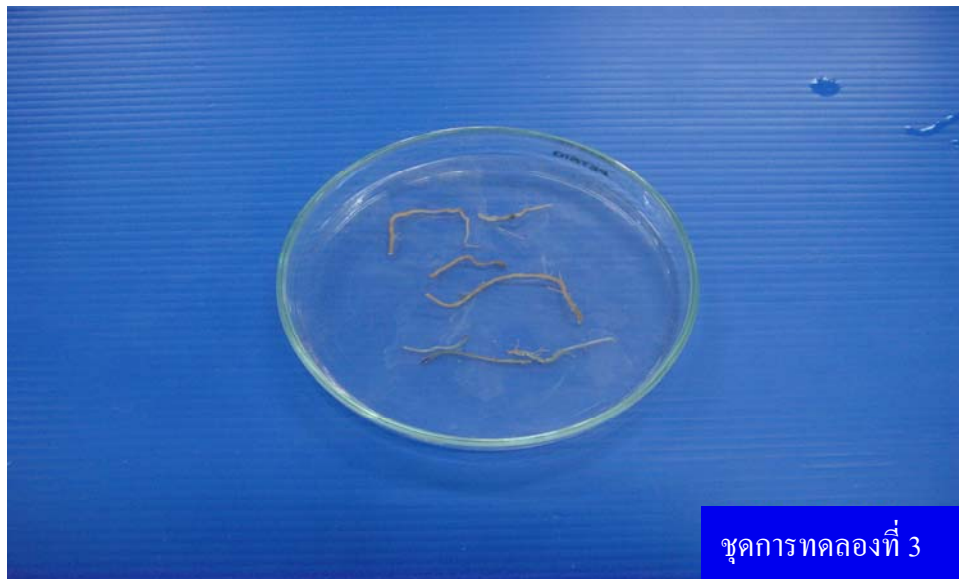




ภาพที่ 5 ลักษณะรากชุดควบคุม



ภาพที่ 6 ลักษณะรากชุดการทดลองที่ 2



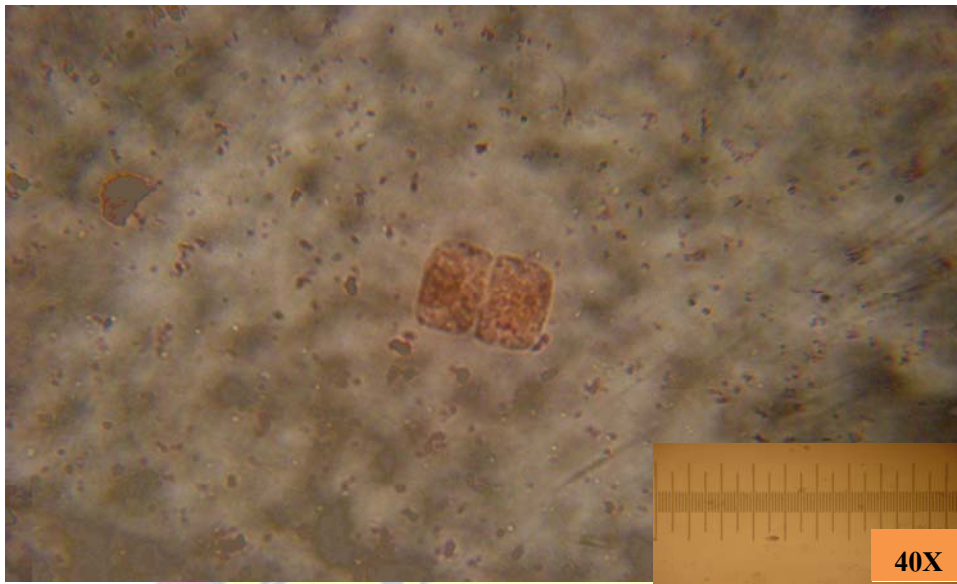
ภาพที่ 7 ลักษณะรากของชุดการทดลองที่ 3

นำรากของลานไพลินของทุกชุดการทดลองมาและศึกษาในเรื่องของเซลล์ นำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ขนาดของเซลล์ทั้งสามชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีดังนี้ $0.57 \times 10^{-3} \pm 0.003$, $0.57 \times 10^{-3} \pm 0.003$ และ $0.63 \times 10^{-3} \pm 0.007$ ตามลำดับดังตารางที่ 3

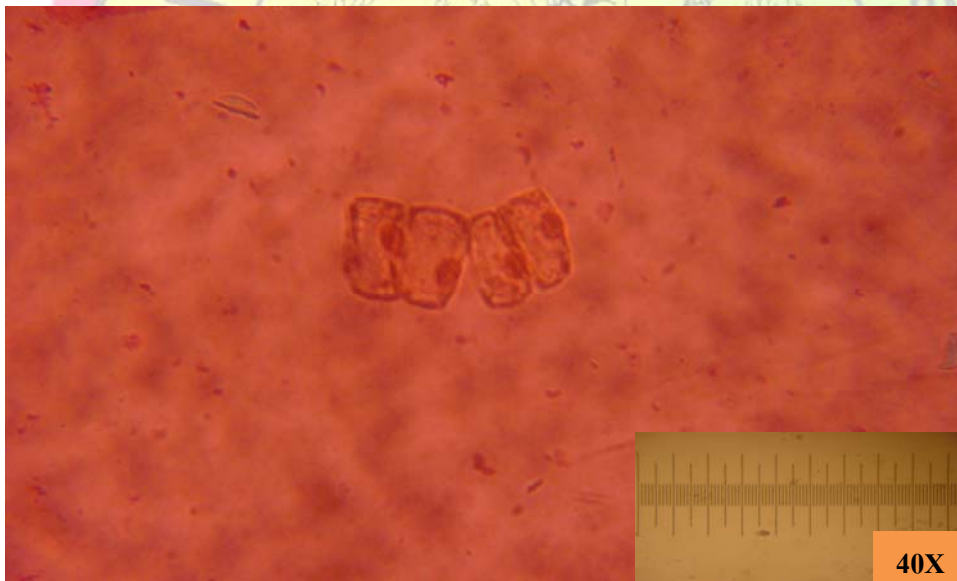
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยขนาดของเซลล์ลานไพลิน

ชุดการทดลอง	ขนาดเซลล์ (mm.)
ชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม)	$0.57 \times 10^{-3} \pm 0.003^a$
ชุดการทดลองที่ 2 (Pb(II)nitrate 3mg/L)	$0.57 \times 10^{-3} \pm 0.003^a$
ชุดการทดลองที่ 3 (Pb(II)nitrate 6mg/L)	$0.63 \times 10^{-3} \pm 0.007^a$

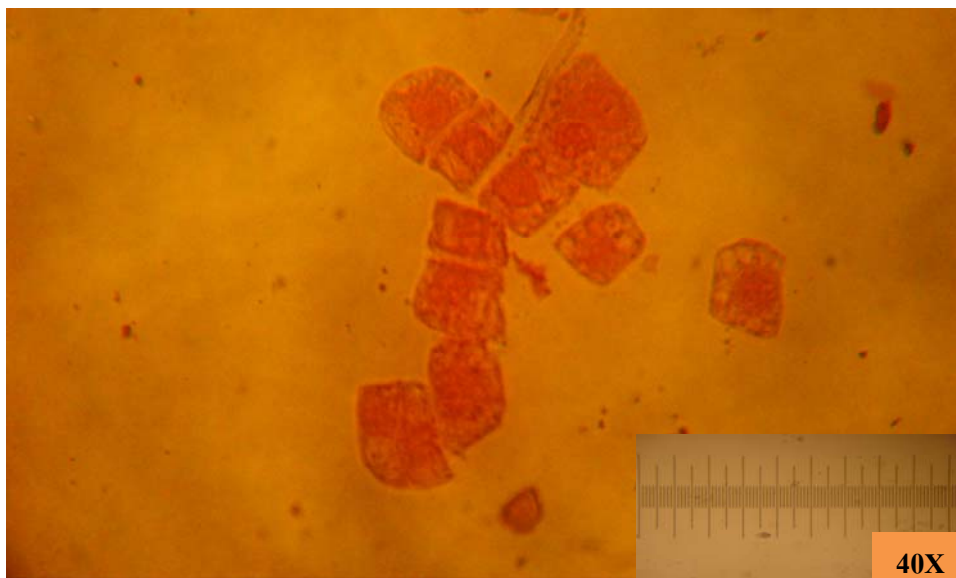
หมายเหตุ a,b = อักษรที่แตกต่างในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 8 ขนาดเซลล์และนิวเคลียสในชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 9 ขนาดเซลล์และนิวเคลียสในชุดการทดลองที่ 2



ภาพที่ 10 ขนาดเซลล์และนิวเคลียสในชุดการทดลองที่ 3

ในทุกชุดการทดลองจะมีการสัมนับเซลล์เป็นจำนวน 50 เซลล์ เพื่อจะทำการคำนวณขนาดของนิวเคลียสในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 พบว่าขนาดของนิวเคลียสมีขนาดแตกต่างกัน ดังนี้ $0.5 \times 10^{-3} \pm 0.0030$, $2.6 \times 10^{-2} \pm 0.0010$ และ $2.9 \times 10^{-2} \pm 0.0002$ ตามลำดับ เมื่อคำนวณค่าทางสถิติพบว่าชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติแต่ชุดที่ 1 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4 ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยขนาดนิวเคลียสของลานไพลิน

ชุดการทดลอง	ขนาดเฉลี่ยของนิวเคลียส (mm.)
ชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม)	$0.5 \times 10^{-3} \pm 0.0030^a$
ชุดการทดลองที่ 2 (Pb(II)nitrate 3mg/L)	$2.6 \times 10^{-2} \pm 0.0010^b$
ชุดการทดลองที่ 3 (Pb(II)nitrate 6mg/L)	$2.9 \times 10^{-2} \pm 0.0002^b$

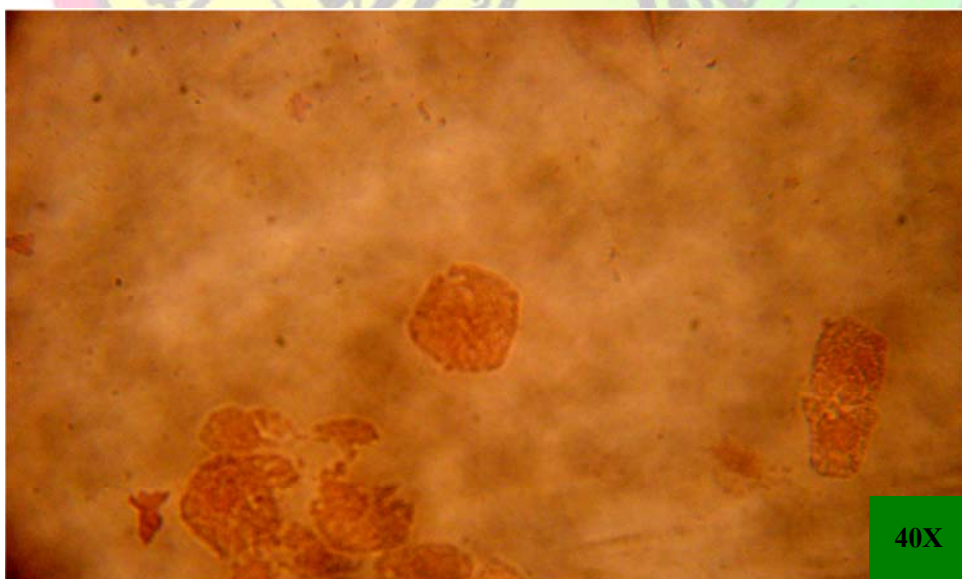
หมายเหตุ a,b = อักษรที่แตกต่างในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อศึกษาลักษณะของขนาดของนิวเคลียสพบว่าในชุดที่ 2 และ 3 มีการขยายใหญ่ขึ้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งขนาดของนิวเคลียสที่มีการขนาดใหญ่ขึ้นนั้น อาจเกิดจากความโครโมโซมที่การขยายขนาดเพิ่มไปจากเดิม

ทำการตรวจสอบจำนวนและรูปร่างของโครโมโซมพบว่า ลักษณะโครโมโซมของเซลล์ลานไพลิน นั้นลักษณะแบบจุดและมีขนาดเล็กมากไม่สามารถที่จะนับได้ ทั้งสามชุดการทดลอง(ภาพที่ 11, 12 และ 13)



ภาพที่ 11 ลักษณะโครโมโซมของชุดการทดลองที่ 1



ภาพที่ 12 ลักษณะโครโมโซมของชุดการทดลองที่ 2



ภาพที่ 13 ลักษณะโครโมโซมของชุดการทดลองที่ 3

เมื่อน้ำที่ใช้ในการทดลองของแต่ละชุดการทดลอง เพื่อมาตรวจสอบในเรื่องของคุณภาพน้ำ โดยพบว่า มีการตรวจสอบในเรื่องของ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าพีเอช ไนไตรต์ ฟอสฟอรัส และอุณหภูมิ ดังตารางที่ 5

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงเช้า ตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในแต่ละชุดการทดลอง โดยเริ่มจากชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 7.30 ± 0.100 , 7.23 ± 0.153 และ 7.03 ± 0.058 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำมา คำนวณทางสถิติ พบว่า ชุดการทดลองที่ 2 นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 แต่ชุดการทดลองที่ 3 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทาง สถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 ในการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ในตอนเช้า แต่ ช่วงเย็น ตลอดการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองซึ่งมี ชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ผลดังนี้ 7.53 ± 0.058 , 7.67 ± 0.153 และ 7.47 ± 0.115 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อคำนวณทาง สถิติพบว่าในชุดการทดลองทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 การเปลี่ยนแปลงออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ในตอนเย็น จากผลการ ทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทั้งตอนเช้าและตอนเย็นพบว่า ทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่มื ความแตกต่างกัน โดยปริมาณออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นในตอนเช้าจะได้อมาจากการสังเคราะห์แสงของพืช เป็นหลักและได้รับจากอากาศโดยตรง ซึ่งผลการทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงใน

เรื่องของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพียงเล็กน้อย โดยจะเห็นว่าค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในช่วงตอนเย็นจะต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงตอนเช้าเนื่องจาก ในตอนเย็นพืชจะดึงออกซิเจนในน้ำเพื่อการดำรงชีวิตและทำกิจกรรมต่างๆ

ค่า pH ช่วงเช้า ตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยของค่า pH ที่อยู่ในน้ำ ในแต่ละชุดการทดลอง โดยเริ่มจากชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 8.36 ± 0.168 , 5.88 ± 0.119 และ 5.62 ± 0.074 ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติ พบว่า ในชุดของการทดลองที่ 2 และ 3 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 ของการเปลี่ยนแปลง pH ในตอนเช้า ส่วนช่วงเย็นตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยของค่า pH ที่อยู่ในน้ำ ในแต่ละชุดการทดลอง โดยเริ่มจากชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 8.38 ± 0.046 , 5.75 ± 0.059 และ 5.85 ± 0.238 ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติ พบว่า ในชุดของการทดลองที่ 2 และ 3 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 ของการเปลี่ยนแปลง pH ในตอนเย็น จากการทดลอง ปริมาณ pH ในตอนเช้าและตอนเย็น พบว่าทั้ง 3 ชุดการทดลองนั้นไม่มีความแตกต่างกันซึ่ง ปริมาณ pH จะมีการเปลี่ยนแปลง ตลอดการทดลองจะเห็นว่า pH หรือปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างนั้น มีปัจจัยในการเพิ่มหรือลดนั้นอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตอยู่อาศัย ในการทดลอง ค่า pH ของน้ำจะอยู่ประมาณที่ 7-8 แต่เมื่อมีการเพิ่มตะกั่วไนเตรดลงไป ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ที่อยู่ในน้ำ กล่าวคือ ค่า pH ลดลงจนอยู่ระดับที่ 5-6 โดยประมาณ จากสภาพน้ำที่มีความเป็นด่างสูงเมื่อมีการการเติมตะกั่วไนเตรดซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดจะส่งผลต่อการลดของค่า pH ได้อย่างรวดเร็ว

ปริมาณไนไตรต์ตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรต์ ที่อยู่ในน้ำ ในแต่ละชุดการทดลอง โดยเริ่มจากชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 0.04 ± 0.009 , 0.09 ± 0.015 และ 0.04 ± 0.016 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติพบว่าในชุดของการทดลองนั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ระหว่างชุดการทดลองที่ 2 และ 3 กับชุดการทดลองที่ 1 ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรต์ จากการทดลองปริมาณไนไตรต์ (NO_2^-) ของทั้ง 3 ชุดการทดลองจะมีความแตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ ปริมาณสารเคมี เป็นต้น ซึ่งปริมาณไนไตรต์ในระยะเวลาการทดลองมีปริมาณน้อยลงซึ่งอาจเนื่องมาจากถูกอุณหภูมิสูงหรือเกิดจากสภาวะที่มีออกซิเจนในน้ำต่ำก็ได้ จึงทำให้ปริมาณไนไตรต์ลดน้อยลง

ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในน้ำ ในแต่ละชุดการทดลอง โดยเริ่มจากชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 0.01 ± 0.004 , 0.01 ± 0.003 และ 0.03 ± 0.007 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติ พบว่า ในชุด

ของการทดลองนั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ระหว่างชุดการทดลองที่ 2 และ 3 กับชุดการทดลองที่ 1 ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสเป็นธาตุจำเป็นในการเจริญเติบโตของแมลงก้นดอและพืชน้ำ รูปแบบของฟอสฟอรัสที่แมลงก้นดอและพืชน้ำสามารถนำไปใช้ได้จะอยู่ในรูปของฟอสฟอรัสละลาย แต่ในการทดลอง เมื่อมีการเพิ่มสารตะกั่วไนเตรตลงไป จะส่งผลต่อการดึงฟอสฟอรัสเพื่อการเจริญเติบโตของพืชลดลง

อุณหภูมิช่วงเช้า ตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ที่อยู่ในน้ำ ในแต่ละชุดการทดลอง โดยเริ่มจากชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 26.69 ± 0.313 , 26.26 ± 0.072 และ 26.21 ± 0.096 °C ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติ พบว่า ในชุดของการทดลองที่ 2 และ 3 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ในช่วงเช้า ส่วนช่วงเย็นตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ที่อยู่ในน้ำ ในแต่ละชุดการทดลอง โดยเริ่มจากชุดควบคุม ชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ดังนี้ 27.81 ± 0.191 , 27.27 ± 0.113 และ 26.80 ± 0.452 °C ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติ พบว่า ในชุดของการทดลองที่ 2 นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 แต่ชุดการทดลองที่ 3 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ในช่วงเย็น จากการทดลอง อุณหภูมิตอนเช้าและตอนเย็น พบว่า ทั้ง 3 ชุดการทดลองแสดงให้เห็นถึงปริมาณอุณหภูมิในน้ำ จะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของอากาศ และความเข้มของแสงโดยแสงสว่างในบริเวณนั้น จะถ่ายทอดพลังงานความร้อนให้กับน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงเช้าตลอดการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในแต่ละชุดการทดลอง โดยเริ่มจากชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 7.30 ± 0.100 , 7.23 ± 0.153 และ 7.03 ± 0.058 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติ พบว่า ในชุดของการทดลองที่ 2 นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 แต่ชุดการทดลองที่ 3 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 ในการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ในตอนเช้า แต่ช่วงเย็น ตลอดการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองซึ่งมี ชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ผลดังนี้ 7.53 ± 0.058 , 7.67 ± 0.153 และ 7.47 ± 0.115 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติพบว่าในชุดการทดลอง ทุกๆชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 การเปลี่ยนแปลงออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ในตอนเย็น จากผลการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทั้งตอนเช้าและตอนเย็นพบว่า ทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน โดยปริมาณออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นในตอนเช้าจะได้อมาจากการสังเคราะห์แสงของพืชเป็นหลักและได้รับจากอากาศโดยตรง ซึ่งผลการทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของปริมาณออกซิเจนที่

ละลายในน้ำเพียงเล็กน้อย โดยจะเห็นว่าค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในช่วงตอนเย็นจะต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงตอนเช้าเนื่องจาก ในตอนเย็นพืชจะดึงออกซิเจนในน้ำเพื่อการดำรงชีวิตและทำกิจกรรมต่างๆ

ค่า pH ช่วงเช้า ตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยของค่า pH ที่อยู่ในน้ำ ในแต่ละชุดการทดลอง โดยเริ่มจากชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 8.36 ± 0.168 , 5.88 ± 0.119 และ 5.62 ± 0.074 ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติ พบว่า ในชุดของการทดลองที่ 2 และ 3 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 ของการเปลี่ยนแปลง pH ในตอนเช้า ส่วนช่วงเย็นตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยของค่า pH ที่อยู่ในน้ำ ในแต่ละชุดการทดลอง โดยเริ่มจากชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 8.38 ± 0.046 , 5.75 ± 0.059 และ 5.85 ± 0.238 ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติ พบว่า ในชุดของการทดลองที่ 2 และ 3 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 ของการเปลี่ยนแปลง pH ในตอนเย็น จากการทดลอง ปริมาณ pH ในตอนเช้าและตอนเย็น พบว่าทั้ง 3 ชุดการทดลองนั้นไม่มีความแตกต่างกันซึ่ง ปริมาณ pH จะมีการเปลี่ยนแปลง ตลอดการทดลองจะเห็นว่า pH หรือปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างนั้น มีปัจจัยในการเพิ่มหรือลดนั้นอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตอยู่อาศัย ในการทดลอง ค่า pH ของน้ำจะอยู่ประมาณที่ 7-8 แต่เมื่อมีการเพิ่มตะกั่วไนเตรตลงไป ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ที่อยู่ในน้ำ กล่าวคือ ค่า pH ลดลงจนอยู่ระดับที่ 5-6 โดยประมาณ จากสภาพน้ำที่มีความเป็นด่างสูงเมื่อมีการการเติมตะกั่วไนเตรตซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดจะส่งผลต่อการลดของค่า pH ได้อย่างรวดเร็ว

ปริมาณไนไตรต์ตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรต์ ที่อยู่ในน้ำ ในแต่ละชุดการทดลอง โดยเริ่มจากชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 0.04 ± 0.009 , 0.09 ± 0.015 และ 0.04 ± 0.016 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติพบว่าในชุดของการทดลองนั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ระหว่างชุดการทดลองที่ 2 และ 3 กับชุดการทดลองที่ 1 ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรต์ จากการทดลองปริมาณไนไตรต์ (NO_2^-) ของทั้ง 3 ชุดการทดลองจะมีความแตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ ปริมาณสารเคมี เป็นต้น ซึ่งปริมาณไนไตรต์ในระยะเวลาการทดลองมีปริมาณน้อยลงซึ่งอาจเนื่องมาจากถูกอุณหภูมิสูงหรือเกิดจากสภาวะที่มีออกซิเจนในน้ำต่ำก็ได้ จึงทำให้ปริมาณไนไตรต์ลดน้อยลง

ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในน้ำ ในแต่ละชุดการทดลอง โดยเริ่มจากชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 0.01 ± 0.004 , 0.01 ± 0.003 และ 0.03 ± 0.007 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติ พบว่า ในชุด

ของการทดลองนั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ระหว่างชุดการทดลองที่ 2 และ 3 กับชุดการทดลองที่ 1 ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสเป็นธาตุจำเป็นในการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนและพืชน้ำ รูปแบบของฟอสฟอรัสที่แพลงก์ตอนและพืชน้ำสามารถนำไปใช้ได้จะอยู่ในรูปของฟอสฟอรัสละลาย แต่ในการทดลอง เมื่อมีการเพิ่มสารตะกั่วไนเตรดลงไป จะส่งผลต่อการดึงฟอสฟอรัสเพื่อการเจริญเติบโตของพืชลดลง

อุณหภูมิช่วงเช้า ตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ที่อยู่ในน้ำ ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 26.69 ± 0.313 , 26.26 ± 0.072 และ 26.21 ± 0.096 °C ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติ พบว่า ชุดการทดลองที่ 2 และ 3 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 ส่วนช่วงเย็นตลอดการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ที่อยู่ในน้ำ โดยเริ่มจากชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 27.81 ± 0.191 , 27.27 ± 0.113 และ 26.80 ± 0.452 °C ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติ พบว่า ในชุดของการทดลองที่ 2 นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 แต่ชุดการทดลองที่ 3 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 จากการทดลอง อุณหภูมิตอนเช้าและตอนเย็น พบว่า ทั้ง 3 ชุดการทดลองแสดงให้เห็นถึงปริมาณอุณหภูมิในน้ำ จะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของอากาศ และความเข้มของแสงโดยแสงสว่างในบริเวณนั้นจะถ่ายทอดพลังงานความร้อนให้กับน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำภายในกระถางทดลองลานไพลิน ที่มี การเพิ่มตะกั่วไนเตรต์ (Pb(II) nitrate) ในปริมาณ 0, 3, 6 mg/L และชุดการทดลอง ภายในเวลา 7 วัน

ปัจจัย	ปริมาณ Pb(II) nitrate ต่อกระถางทดลองลานไพลิน		
	ชุดควบคุม	Pb(II) nitrate 3 mg/L	Pb(II) nitrate 6 mg/L
DO (mg/L) ช่วงเช้า	7.30 ± 0.100^a	7.23 ± 0.153^{ab}	7.03 ± 0.058^b
DO (mg/L) ช่วงเย็น	7.53 ± 0.058^a	7.67 ± 0.153^a	7.47 ± 0.115^a
pH ช่วงเช้า	8.36 ± 0.168^a	5.88 ± 0.119^b	5.62 ± 0.074^b
pH ช่วงเย็น	8.38 ± 0.046^a	5.75 ± 0.059^b	5.85 ± 0.238^b
ปริมาณไนไตรต์ (mg/L)	0.04 ± 0.009^a	0.09 ± 0.015^b	0.04 ± 0.016^b
ปริมาณฟอสฟอรัส (mg/L)	0.01 ± 0.004^a	0.01 ± 0.003^a	0.03 ± 0.007^b
อุณหภูมิ (°C) ช่วงเช้า	26.69 ± 0.313^a	26.26 ± 0.072^b	26.21 ± 0.096^b
อุณหภูมิ (°C) ช่วงเย็น	27.81 ± 0.191^a	27.27 ± 0.113^{ab}	26.80 ± 0.452^b

หมายเหตุ a,b = อักษรที่แตกต่างในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาในเรื่อง พิษตะกั่วที่มีผลต่อเซลล์ลานไพลิน การทดลองจะแบ่งออกเป็น 3 ชุด ชุดละ 3 ซ้ำ ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 และ 3 โดยมีตะกั่วไนเตรต์ (Pb(II)nitrate) ในปริมาณ 0, 3 และ 6 mg/L ตามลำดับ หลังจากที่ดินลานไพลินผ่านการแช่สารตะกั่วไนเตรต์เป็นระยะเวลา 7 วัน และตรวจเก็บตัวอย่าง พบว่า ดินลานไพลินในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ไม่สามารถทนกับสภาพความเป็นพิษของตะกั่วไนเตรต์ได้ เนื่องจากคุณสมบัติความเป็นพิษของสารตะกั่วไนเตรต์ มีคุณสมบัติยับยั้งในเรื่องของการเจริญเติบโต ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Manomita *et al.*, 2004 กล่าวคือ พิษของตะกั่วจะออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของระบบเมตาบอลิซึม, การสังเคราะห์แสง, การดึงแร่ธาตุในน้ำเพื่อนำมาใช้อาหารในการเจริญเติบโต จึงมีผลต่อลักษณะอาการเน่าเปื่อยบริเวณลำต้นและใบ เมื่อมีการเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของลานไพลินของทุกชุดการทดลอง สามารถสังเกตได้ถึงการเปลี่ยนแปลงเรื่องของความแข็งแรงของลำต้นและใบ และการหลุดร่วงของราก รวมถึงสีของรากลานไพลินที่มีการเปลี่ยนสีไปจากเดิม

แต่พิษของตะกั่วไนเตรต์นี้ไม่ตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลงการขนาดของเซลล์เมื่อมีการนำมาเปรียบเทียบการชุดการทดลองที่ 1 ในทางกลับกันนั้นพบว่าพิษของตะกั่วไนเตรต์ ออกฤทธิ์และส่งผลไปส่วนของขนาดนิวเคลียสให้มีขนาดใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับ Kozhevnikova *et al.*, 2008 เนื่องจากพิษของตะกั่วไนเตรต์ไปรบกวนขั้นตอนการทำงานของดีเอ็นเอ(DNA)ที่อยู่บนโครโมโซมหรือรบกวนการทำงานของระบบเมตาบอลิซึมของเซลล์ ทำให้เกิดความผิดปกติภายในเซลล์ และฤทธิ์ความเป็นพิษของตะกั่วไนเตรต์ส่งผลให้ลักษณะของนิวเคลียสมีขนาดที่ใหญ่ขึ้น ทั้งนี้ลักษณะของโครโมโซมของดินลานไพลิน เป็นลักษณะแบบ B-Chromosome คือมีลักษณะแบบจุดและมีขนาดเล็กไม่สามารถนับได้แต่เปรียบเทียบทั้ง 3 ชุดการทดลองพบว่า ขนาดของโครโมโซมในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีขนาดใหญ่ขึ้น

ทั้งนี้พิษของตะกั่วไนเตรต์ มีผลต่อรากของลานไพลิน สังเกตได้จากสีของรากของแต่ละชุดการทดลองเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 จะมีสีของรากลักษณะสีขาว ซึ่งแตกต่างกับชุดการทดลองที่ 2 และ 3 จะออกเป็นลักษณะน้ำตาลทั้ง 2 ชุดการทดลอง โดยรากเป็นตัวสำคัญในการทำหน้าที่ดูดสารอาหารที่อยู่ในน้ำเพื่อลำเลียงสารอาหารไปยังส่วนต่างๆของพืชในการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโต (Ejazul *et al.*, 2007)

ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ มีการแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 3 ชุด ชุดละ 3 ซ้ำ ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 และ 3 โดยจะมีตะกั่วไนเตรต์ (Pb(II)nitrate) ในปริมาณ 0, 3 และ 6 mg/L ตามลำดับ พบว่า คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการภายในกระถางทดลองส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช กล่าวคือส่วนของ pH ในไตรต์

ฟอสฟอรัส อุนหภูมิในช่วงนั้น ในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีออกมาที่แตกต่างกับชุดควบคุม อาจเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อุนหภูมิ ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิรัช, 2544 ดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในการทดลองมีปริมาณน้อยลง ซึ่งอาจเนื่องมาจากกุนหภูมิสูงหรือเกิดจากสภาวะที่มีออกซิเจนในน้ำต่ำก็ได้จึงทำให้ รวมถึงการดึงฟอสฟอรัสของพืชเข้ามาเพื่อใช้ในการทำกิจกรรม ปริมาณไนโตรเจนของชุดการทดลองที่ 3 มีปริมาณลดลงจากชุดการทดลองที่ 2 เนื่องจากคุณสมบัติของตะกั่วไนเตรดที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายออกซิเจน และการจับตัว-แยกตัวของธาตุต่างๆ ที่อยู่ในน้ำ



บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองในเรื่อง พิษของตะกั่วที่มีผลต่อเซลล์ลานไพลิน โดยการทดลองแบ่งชุดออกเป็น 3 ชุด ชุดละ 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ซึ่งในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 จะมีการใช้สารตะกั่วไนเตรด (Pb(II)nitrate) เข้ามาในการทดลอง ในปริมาณ 3 และ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ความเป็นพิษของตะกั่วไนเตรดนั้นส่งผลต่อลักษณะลำต้นและใบในสภาพที่เน่าเปื่อยซึ่งและเกิดการตาย เมื่อต้นลานไพลินได้รับพิษของตะกั่วไนเตรด พิษของตะกั่วไนเตรดส่งผลต่อรากที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของสี ทั้งนี้พิษของตะกั่วไนเตรดนี้จะไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของเซลล์ แต่จะส่งผลต่อการขนาดของนิวเคลียสที่มีการใหญ่ขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติความเป็นพิษของตะกั่วไปรบกวนการทำงานภายในเซลล์ให้เกิดความผิดปกติ และส่งผลต่อลักษณะภายนอกของต้นลานไพลินให้มีสภาพเน่าเปื่อยและเกิดการตาย เนื่องจากต้นลานไพลินไม่สามารถทนต่อพิษของตะกั่วไนเตรดได้

บรรณานุกรม

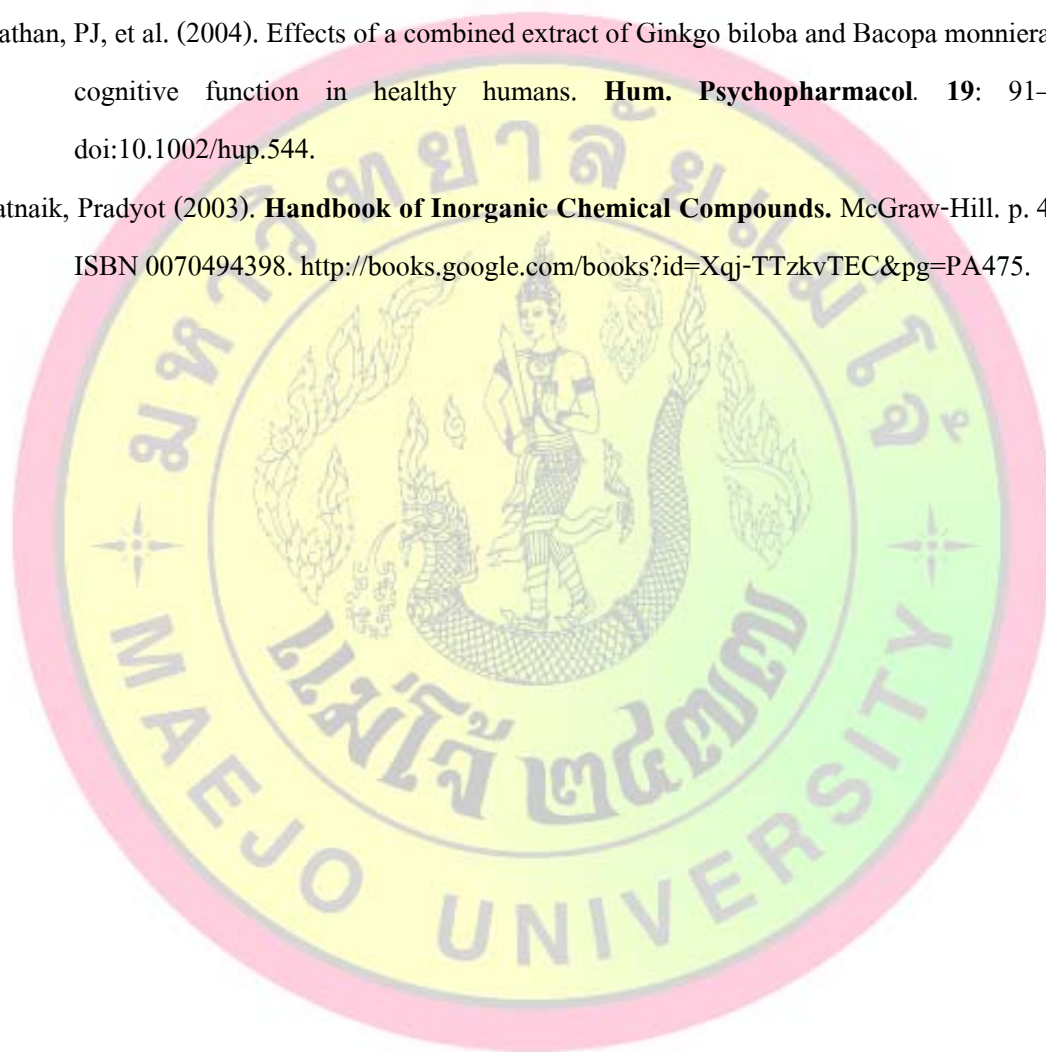
- “เซลล์ (ชีววิทยา).” 2553. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://th.wikipedia.org/w/index.php>. สืบค้นเมื่อ 26 เมษายน 2553.
- ถนัด บุญศรีเรือง และคณะ. 2552. วิทยาศาสตร์. สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์. กรุงเทพมหานคร.
- นันทนา คชเสนี. 2539. คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญยืน กิจวิจารณ์ และคณะ. 2551. แก่นเกษตร. กรุงเทพมหานคร.
- มันสิน ดันทุเลวสม. 2540. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.
- พงศ์เชษฐ พิชิตกุล. ม.ป.ป. การวิเคราะห์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิษณุ ศรีกระกลู. 2547. เซลล์พืช. คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://student.nu.ac.th/phitsanu_edu/cell_plant.htm. สืบค้นเมื่อ 26 เมษายน 2553.
- โรงพยาบาลรามาริบัติ. ม.ป.ป. ภาวะเป็นพิษจากสารตะกั่ว. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www2.ra.mahidol.ac.th/poisoncenter/pois-cov/Lead.html>. สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2551.
- "ลานไพลิน." 2552. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://th.wikipedia.org/w/index.php>. สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2551.
- “ลานไพลิน.” 2552 [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.freshwateraquariumplants.com>. สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2551.
- วิรัช จิวแหยม. 2544 . ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.
- อรมา คัมภีรานนท์. 2546. พันธุศาสตร์ของเซลล์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- Camacho JP, Sharbel TF, Beukeboom LW (February 2000). B-chromosome evolution. **Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.** 355 (1394): 163–78. doi:10.1098/rstb.2000.0556. PMID 10724453PMC 1692730. <http://rstb.royalsocietypublishing.org/cgi/10724453>.

Ferris, L.M. (1959). Lead nitrate - Nitric acid - Water system. **Journal of Chemicals and Engineering**. Date 5: 242. doi:10.1021/je60007a002.

Kozhevnikova, A.D., Seregin, I.V., Bystrova, E.I., Belyaeva, A.I., Kataeva, M.N., and Ivanov, V.B., The Effects of lead, Nikel, and Strontium Nitrites on Cell Division and Elongation in Maize Roots. **Russian Journal of Plant Physiology**., 2009. Vol 56. No 2. DOI: 10.1134/S1021443709020137.

Nathan, PJ, et al. (2004). Effects of a combined extract of Ginkgo biloba and Bacopa monniera on cognitive function in healthy humans. **Hum. Psychopharmacol.** **19**: 91–96. doi:10.1002/hup.544.

Patnaik, Pradyot (2003). **Handbook of Inorganic Chemical Compounds**. McGraw-Hill. p. 475. ISBN 0070494398. <http://books.google.com/books?id=Xqj-TTzkvTEC&pg=PA475>.







ภาพผนวกที่ 1 ต้นลานไพลิน



ภาพผนวกที่ 2 DO meter วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ยี่ห้อ LT Lutron รุ่น YK-200)



ภาพผนวกที่ 3 pH meter วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ยี่ห้อ LT Lutron รุ่น YK-200)



ภาพผนวกที่ 4 อุปกรณ์เสริมที่ช่วยในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ



ภาพผนวกที่ 5 เครื่อง Specto photometer



ภาพผนวกที่ 6 ชุดอุปกรณ์ในการย้อมสีโครโมโซมของต้นลานไพลิน



ภาพผนวกที่ 7 ขวดเก็บตัวอย่างรากกลานไพลินที่ผ่านการแช่น้ำยาคงสภาพ



ภาพผนวกที่ 8 ต้นกลานไพลินที่ผ่านจากการแช่สารตะกั่วไนเตรด 7 วัน ในชุดการทดลองที่ 1



ภาพผนวกที่ 9 ต้นลานไพลินที่ผ่านจากการแช่สารตะกั่วไนเตรต์ 7 วัน ในชุดการทดลองที่ 2



ภาพผนวกที่ 10 ต้นลานไพลินที่ผ่านจากการแช่สารตะกั่วไนเตรต์ 7 วัน ในชุดการทดลองที่ 3

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นายวัชรพันธ์ พงษ์รักไทย
เกิดเมื่อ : วันที่ 10 พฤษภาคม 2530
ประวัติการศึกษา : วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการประมง 2552
มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร จังหวัดชุมพร

ประวัติการทำงาน

2550 : ฝึกสหกิจศึกษา ณ ดำเนินตรวจสัตว์น้ำจังหวัดสงขลา (สนามบิน
นานาชาติหาดใหญ่)
2551-2550 : รองประธานสภานักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร
2551-2549 : ประธานค่ายภาษาอังกฤษมหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร
2551-2549 : สมาชิกชมรมวิทยุมหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร

VITA

NAME : MR. WATCHARAPAN PONGRUKTHAI
DATH OF BIRTH : MAY 10, 1987
EDUCATION : BACHELOR OF SCIENCE AQUACULTURE OF FISHERY,
2009 MEAJO UNIVERSITY AT CHUMPHON
WORK EXPERIENCE
2009 : Practical training student at Songkhla province
aquatic animal inspection office (Hat – Yai Internatonal
Airport) Songkhla, Thailand
2007 – 2008 : Vice - president of student concil at Meajo
university Chumphon campus, Thailand
2006 – 2009 : President of English Fun Camp at Meajo
university Chumphon campus, Thailand
2006 - 2009 : Member of Maejo Radio club

