



เลขที่อนุสิทธิบัตร 26798

อสป/200 - ข

อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ชื่อสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี) ดังที่ปรากฏในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ 2203002383
วันขอรับอนุสิทธิบัตร 9 กันยายน 2565
ผู้ประดิษฐ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัฉร อิ่มคำ พุฒคำ และ
รองศาสตราจารย์วิภารัตน์ เชื้อขวด ชัยสิทธิ์
ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ ชุดทดสอบฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมแบบเทียบแถบสีมาตรฐาน

26798

ให้ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรนี้มีสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ ณ วันที่ 21 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2568
หมดอายุ ณ วันที่ 8 เดือน กันยายน พ.ศ. 2571



(นายอาวุธ วงศ์สวัสดิ์)
รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่

- หมายเหตุ
1. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มตั้งแต่ปีที่ 5 ของอายุอนุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรนี้จะสิ้นสุดอายุ
 2. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวได้
 3. ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นสุดอายุอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรมีสิทธิขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 ครั้ง มีกำหนดคราวละ 2 ปี โดยยื่นคำขอต่ออายุ ต่อพนักงานเจ้าหน้าที่
 4. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่



Ref.256801092518773

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

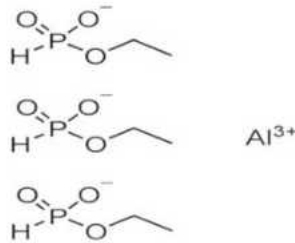
ชุดทดสอบฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมแบบเทียบแถบสีมาตรฐาน

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

5 สาขาเคมีวิเคราะห์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชุดทดสอบฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมแบบเทียบแถบสีมาตรฐาน

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักเกือบทุกครอบครัว และมีการส่งออกข้าวไทยในตลาดโลกโดยเฉพาะญี่ปุ่น ซึ่งเป็นตลาดข้าวคุณภาพดี ซึ่งมีการใช้สารป้องกันเชื้อราในการส่งออกข้าว เช่น สารป้องกันเชื้อราจำพวกฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียม เป็นต้น ทำให้เกิดปัญหาสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมตกค้างในตัวอย่างข้าวก่อนการจำหน่ายและส่งออก ฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียม (fosetyl-aluminium) หรือ อะลูมิเนียม ทรिस-โอ-เอทิลฟอสเฟต(aluminium tris-O-ethylphosphonate) มีสูตรทางเคมี คือ $C_6H_{18}AlO_9P_3$ มีลักษณะเป็นผงสีขาว ฟุ้งกระจายได้เล็กน้อย สารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมมีแนวโน้มก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และประเทศญี่ปุ่นได้ประกาศค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximun Residue Limits ; MRLs) ของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมในสินค้าเกษตรรวมทั้งข้าวไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้มีผลต่อการส่งออกข้าวไทยสู่ตลาดญี่ปุ่น



โครงสร้างของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียม

20 การใช้งานของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียม ส่วนใหญ่จะใช้งานกับพืชผักหรือผลไม้ เช่น โสม ผักกาดหอม หัวหอม บร็อคโคลี่ ยาสูบ สนามหญ้า ไม้ประดับ ข้าว เป็นต้น เนื่องจากฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมเป็นสารกำจัดศัตรูพืชประเภทดูดซึม เมื่อใช้กับพืชแล้วพืชที่ได้รับเข้าไปจะถูกดูดซึมเข้าไปตามเนื้อเยื่อของพืช และกระจายไปตามส่วนต่างๆ ของพืช สารกำจัดศัตรูพืชประเภทฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมเป็นสารเคมีในกลุ่มฟอสเฟต (Phosphonate) มีความสามารถในการป้องกันและกำจัดเชื้อรา *Phytophthora* และแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด

25 สามารถใช้ป้องกันโรคพืชต่างๆ เช่น โรครากเน่าโคนเน่า โรคลำต้นเน่า โรคยอดเน่า โรคราน้ำค้าง และสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพและร่างกาย หากได้รับพืชจะมีอาการปวดศีรษะ มึนงง วิงเวียน ตาพร่ามัว ท้องร่วง กล้ามเนื้อกระตุก หากได้รับมากเกินไปจะมีฤทธิ์เป็นสารก่อมะเร็งในระบบทางเดินปัสสาวะ และระบบสืบพันธุ์

30 ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมตกค้างในตัวอย่างข้าวก่อนการจำหน่ายและส่งออกที่ยอมรับได้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง การพัฒนาชุดทดสอบฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมแบบเทียบแถบสีมาตรฐานในข้าวทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูง อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ควบคุมคุณภาพตามมาตรฐานความปลอดภัยได้ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์ที่สำคัญของประเทศ ซึ่งก่อนหน้านี้นักศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคต่างๆที่ใช้ในการหาปริมาณของฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมโดยมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง High Performance Liquid Chromatography; HPLC


นายสุวัจน์ บุญอารี

26798

ในการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในอะลูมิเนียมซึ่งพบว่ามีข้อจำกัดคือ วิธีนี้ใช้เวลาในการวิเคราะห์นาน มีค่าใช้จ่ายสูง จึงสนใจที่จะศึกษาเทคนิคคลอริเมตรีในการหาปริมาณวิเคราะห์ของฟอสฟอรัสในอะลูมิเนียม เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ใช้งานง่าย ใช้เวลาในการวิเคราะห์น้อย โดยฟอสฟอรัสในอะลูมิเนียมเป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีโครงสร้างแบบไอออนิก และไม่สามารถดูดกลืนแสงยูวีหรือฟลูออเรสเซนซ์ได้ จึงได้พัฒนาวิธีเปลี่ยนรูปฟอสฟอรัสในอะลูมิเนียมโดยใช้การย่อยด้วยไมโครเวฟโดยใช้ความดันและอุณหภูมิสูง เพื่อให้เกิดการออกซิไดซ์ เพื่อให้ฟอสฟอรัสในอะลูมิเนียมให้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของฟอสเฟต และจะทำปฏิกิริยาต่อกับสารทำให้เกิดสี (Color reagent) โดยวิธีโมลิบดีนัมบลู (Molybdenum blue method) และสารละลายกรดแอสคอร์บิก และนำไปเทียบความเข้มข้นจากแถบสีมาตรฐานที่มีความเข้มของสีแตกต่างกันตามระดับความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัสในอะลูมิเนียมที่ตรวจพบทำให้สามารถหาปริมาณฟอสฟอรัสในอะลูมิเนียมตกค้างในตัวอย่างข้าวได้นอกจากนี้ยังสามารถนำไปทดสอบการปนเปื้อนฟอสฟอรัสในตัวอย่างสิ่งแวดล้อม เช่น ตัวอย่างน้ำได้อีกด้วย

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

ชุดทดสอบฟอสฟอรัสในอะลูมิเนียมแบบเทียบแถบสีมาตรฐาน ประกอบด้วย สารทดสอบ 3 ชนิด คือ เอทานอล (Ethanol) สารละลายทำให้เกิดสี (Color reagent) สารละลายแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) กรดไนตริกเข้มข้น แถบสีมาตรฐานซึ่งมีความเข้มของสีแตกต่างกันตามระดับความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัสในอะลูมิเนียมในช่วง 0 ถึง 20 มิลลิกรัมต่อลิตร อุปกรณ์ที่ใช้ในชุดทดสอบ คู่มือการใช้ชุดทดสอบพร้อมรูปภาพขั้นตอนการใช้ชุดทดสอบ และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายเฉพาะบุคคล

วัตถุประสงค์ของการประดิษฐ์นี้ เพื่อใช้ทดสอบหาปริมาณสารฟอสฟอรัสในอะลูมิเนียมตกค้างในตัวอย่างข้าวและน้ำในช่วงความเข้มข้น 0 ถึง 20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสามารถทราบผลการตรวจสอบได้ในระยะเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง ต่อหนึ่งตัวอย่าง นอกจากนี้การใช้ชุดทดสอบดังกล่าวยังประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับเป็นค่าสารเคมีหรือเครื่องมือวิเคราะห์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยชุดทดสอบนี้มีราคาต้นทุนต่อการทดสอบไม่สูงมากนัก บรรจุในกล่องบรรจุภัณฑ์เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้แบบพกพา และสามารถใช้ทดสอบสารตัวอย่างได้มากสามารถนำไปใช้ทดสอบสารฟอสฟอรัสในอะลูมิเนียมตกค้างในตัวอย่างข้าวและน้ำก่อนนำส่งเพื่อยืนยันผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการได้

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

- ชุดทดสอบฟอสฟอรัสในอะลูมิเนียมแบบเทียบแถบสีมาตรฐาน ประกอบด้วย
- เอทานอล (Ethanol) ความเข้มข้น 90-99 เปอร์เซ็นต์
 - สารละลายทำให้เกิดสี (Color reagent) ประกอบด้วย สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต ความเข้มข้น 0.01-0.50 โมลต่อลิตร และสารละลายโพแทสเซียม แอนติโมนี (III) ออกไซด์ทาร์ทเรต ไตรไฮเดรต ความเข้มข้น 0.001-0.02 โมลต่อลิตร
 - สารละลายแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) ความเข้มข้น 0.01-0.3 โมลต่อลิตร
 - กรดไนตริกเข้มข้น (Concentrated nitric acid) 67 เปอร์เซ็นต์
 - แผ่นแถบสีมาตรฐานสำหรับเทียบหาปริมาณความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัสในอะลูมิเนียมที่อ่านค่าได้ในช่วงความเข้มข้น 0 ถึง 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
 - กรวยกรอง
 - ขวดแก้วขนาด 10 มิลลิลิตร 1 อัน
 - หลอดฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร 1 อัน
 - หลอดฉีดยาขนาด 1 มิลลิลิตร 1 อัน
 - ข้อนพลาสติกสำหรับตักสารและคนสารละลาย

26798

- ถูมมือยาง
- หน้ากากอนามัย
- กล้องบรรจุภัณฑ์ใส่อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในชุดทดสอบสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียม
- คู่มือการใช้ชุดทดสอบ ซึ่งอธิบายส่วนประกอบของชุดทดสอบทั้งหมด ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

5 การเตรียมแผ่นแถบสีมาตรฐานสำหรับเทียบหาปริมาณความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียม มีขั้นตอนดังนี้

- ก) ปิเปตสารละลายตัวอย่างข้าว ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดแก้วขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 5 ขวด และเติมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียม ขวดละ 0, 125, 250, 375, 500 ไมโครลิตร ตามลำดับ และเติมกรดไนตริกเข้มข้น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ทุกขวด
- 10 ข) นำไปสารละลายที่ได้ไปย่อยด้วยเครื่องไมโครเวฟที่ 1,800 วัตต์ อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้เกิดการออกซิไดซ์ เปลี่ยนสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมให้อยู่ในรูปของฟอสเฟต
- ค) ให้ความร้อนด้วยเตาให้ความร้อนไฟฟ้า (Hot plate) ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้งและปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 25 มิลลิลิตร
- 15 ง) สำหรับตัวอย่างน้ำ ให้ทำในลักษณะเดียวกับตัวอย่างข้าว โดยใช้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร
- จ) ปิเปตสารละลายทั้ง 5 ขวด เติมสารละลายทำให้เกิดสี และสารละลายกรดแอสคอร์บิก ในอัตราส่วน 4:1:1
- ฉ) คนสารให้เข้ากันด้วยปลายช้อนพลาสติก จากนั้นทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที
- ช) สังเกตสีของสารละลาย ทำการบันทึกสีของสารละลายที่ได้แต่ละความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร และทำเป็นแถบสีมาตรฐานสำหรับเทียบหาความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมที่พบในสารตัวอย่างในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร
- 20

ขั้นตอนการใช้ชุดทดสอบฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมตกค้างในข้าวแบบเทียบแถบสีมาตรฐาน

- ก) การเตรียมตัวอย่าง
 - เตรียมตัวอย่างข้าว โดยใช้ช้อนพลาสติกตักข้าว 0.5 กรัม ใส่ลงในขวดแก้วขนาด 10 มิลลิลิตร เติมเอทานอล ปริมาตร 5 มิลลิลิตร สกัดด้วยเครื่องโซนิค ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที คนให้เข้ากันด้วยปลายช้อนพลาสติกขนาดเล็ก กรองตัวอย่างข้าวด้วยกรวยกรอง และปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน (Deionized water) เป็น 10 มิลลิลิตร
 - เตรียมตัวอย่างน้ำ ให้นำมากรองก่อนการวิเคราะห์ด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1
- ข) ปิเปตสารละลายตัวอย่างข้าวหรือน้ำ จากข้อ ก) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริกเข้มข้น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
- 30 ค) จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปย่อยด้วยเครื่องไมโครเวฟที่ 1,800 วัตต์ อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้เกิดการออกซิไดซ์ เปลี่ยนสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมให้อยู่ในรูปของฟอสเฟต
- ง) จากนั้นนำมาให้ความร้อนด้วยเตาให้ความร้อนไฟฟ้า (Hot plate) ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้งและปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 25 มิลลิลิตร
- จ) นำสารละลายตัวอย่างจากข้อ ง) เติมสารละลายทำให้เกิดสี และสารละลายกรดแอสคอร์บิก
- 35 ฉ) ทำการเทียบสีของสารละลายตัวอย่างที่ได้จากข้อ จ) กับแถบสีมาตรฐานโดยเลือกแถบสีมาตรฐานที่มีความเข้มตรงกันกับสีของสารละลายตัวอย่าง เพื่ออ่านความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร



ชุดทดสอบสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมนี้มีแถบสีมาตรฐานที่มีความเข้มของสีแตกต่างกันตามระดับความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมที่ตรวจพบหรือทดสอบได้ โดยทำการพัฒนาแถบสีมาตรฐานขึ้นเองในห้องปฏิบัติการ ความเข้มของสีจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมในระดับต่างๆ ซึ่งสามารถอ่านปริมาณความเข้มข้นได้ในช่วง 0 ถึง 20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยแสดงลักษณะสีของแถบสีมาตรฐานดังนี้

ตารางแสดงลักษณะแถบสีมาตรฐานเพื่อเทียบหาความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียม (เรียงลำดับตามความเข้มสีจากสีฟ้าจางไปจนถึงสีฟ้าอมน้ำเงินเข้ม)

ความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ลักษณะและความเข้มของสี จากแถบสีมาตรฐาน
0	สีฟ้าจาง
5	สีฟ้าปานกลาง
10	สีฟ้าอมน้ำเงินปานกลาง
15	สีฟ้าอมน้ำเงิน
20	สีฟ้าอมน้ำเงินเข้ม

ชุดทดสอบสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมในตัวอย่างข้าวและน้ำตามการประดิษฐ์นี้ สามารถแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์หาปริมาณสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมตกค้างในตัวอย่างข้าวและน้ำได้ ในด้านการใช้สารตัวอย่างและสารเคมีในการทดสอบปริมาณน้อย ใช้เวลาในการอ่านผลการทดสอบไม่เกิน 1 ชั่วโมง สามารถนำไปใช้ทดสอบสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมเบื้องต้นแบบคัดกรองและรวดเร็วได้ โดยสามารถเทียบหาปริมาณความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมที่ปนเปื้อนในตัวอย่างได้กับแถบสีมาตรฐาน ก่อนนำส่งห้องปฏิบัติการเพื่อการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยเครื่องมือขั้นสูงต่อไป มีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ต่อตัวอย่างไม่สูงมากเมื่อเทียบกับกรวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือขั้นสูง และสามารถนำไปใช้ทดสอบแบบพกพาในภาคสนามได้ ผู้ใช้ชุดทดสอบสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียม สามารถทำการทดสอบเองตามขั้นตอนได้สะดวก รวดเร็ว โดยสามารถอ่านค่าความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมตกค้างในตัวอย่างได้ในระดับ 0 ถึง 20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเทียบกับแถบสีมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมจากชุดทดสอบ

วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

26798



นายสุวิชัย บุญอารี

ข้อถ้อยสัญญา

1. ชุดทดสอบฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมแบบเทียบแถบสีมาตรฐานที่ประกอบด้วย
 - เอทานอล (Ethanol) ความเข้มข้น 90-99 เปอร์เซ็นต์
 - สารละลายทำให้เกิดสี (Color reagent) ประกอบด้วย สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต
- 5 ความเข้มข้น 0.01-0.50 โมลต่อลิตร และสารละลายโพแทสเซียม แอนติโมนี (III) ออกไซด์ทาร์เทรต ไตรไฮเดรต ความเข้มข้น 0.001-0.02 โมลต่อลิตร
 - สารละลายแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) ความเข้มข้น 0.01-0.3 โมลต่อลิตร
 - กรดไนตริกเข้มข้น (Concentrated nitric acid) 67 เปอร์เซ็นต์
 - แผ่นแถบสีมาตรฐานสำหรับเทียบหาปริมาณความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมที่อ่านค่า
- 10 ได้ในช่วงความเข้มข้น 0 ถึง 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
 - กรวยกรอง
 - ขวดแก้วขนาด 10 มิลลิลิตร 1 อัน
 - หลอดฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร 1 อัน
 - หลอดฉีดยาขนาด 1 มิลลิลิตร 1 อัน
- 15 - ข้อนพลาสติกสำหรับตักสารและคนสารละลาย
- ถุงมือยาง
- หน้ากากอนามัย
- กล่องบรรจุภัณฑ์ใส่อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในชุดทดสอบสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียม
2. ชุดทดสอบฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมแบบเทียบแถบสีมาตรฐาน ตามข้อถ้อยสัญญา 1 ที่ซึ่ง แถบสีมาตรฐาน
- 20 มีขั้นตอนการเตรียมดังนี้
 - ก) ปิเปตสารละลายตัวอย่างข้าว ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดแก้วขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 5 ขวด และเติมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียม ขวดละ 0, 125, 250, 375, 500 ไมโครลิตร ตามลำดับ และเติมกรดไนตริกเข้มข้น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ทุกขวด
 - ข) นำไปสารละลายที่ได้ไปย่อยด้วยเครื่องไมโครเวฟที่ 1,800 วัตต์ อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็น
 - 25 เวลา 15 นาที เพื่อให้เกิดการออกซิไดซ์ เปลี่ยนสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมให้อยู่ในรูปของฟอสเฟต
 - ค) ให้ความร้อนด้วยเตาให้ความร้อนไฟฟ้า (Hot plate) ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้ง และปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 25 มิลลิลิตร
 - ง) สำหรับตัวอย่างน้ำ ให้ทำในลักษณะเดียวกับตัวอย่างข้าว โดยใช้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร
 - จ) ปิเปตสารละลายทั้ง 5 ขวด เติมสารละลายทำให้เกิดสี และสารละลายกรดแอสคอร์บิก
 - 30 ในอัตราส่วน 4:1:1
 - ฉ) คนสารให้เข้ากันด้วยปลายข้อพลาสติก จากนั้นทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที
 - ช) สังเกตสีของสารละลาย ทำการบันทึกสีของสารละลายที่ได้แต่ละความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร และทำเป็นแถบสีมาตรฐานสำหรับเทียบหาความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมที่พบในสารตัวอย่างในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร
- 35 3. การทดสอบฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมแบบเทียบแถบสีมาตรฐาน โดยใช้ชุดทดสอบตามข้อถ้อยสัญญา 1 มีขั้นตอนดังนี้
 - ก) การเตรียมตัวอย่าง
 - เตรียมตัวอย่างข้าว โดยใช้ช้อนตักข้าว 0.5 กรัม ใส่ลงในขวดแก้วขนาด 10 มิลลิลิตร
 - เติมเอทานอล ปริมาตร 5 มิลลิลิตร สกัด้วยเครื่องโซนิค ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที

26798

คนให้เข้ากันด้วยปลายช้อนพลาสติกขนาดเล็ก กรองตัวอย่างข้าวด้วยกรวยกรอง และปรับ ปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน (Deionized water) เป็น 10 มิลลิลิตร - เตรียมตัวอย่างน้ำ ให้นำมากรองก่อนการวิเคราะห์ด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1

- 5 ข) บีบสารละลายตัวอย่างข้าวหรือน้ำ จากข้อ ก) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริกเข้มข้น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
- ค) จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปย่อยด้วยเครื่องไมโครเวฟที่ 1,800 วัตต์ อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้เกิดการออกซิไดซ์ เปลี่ยนสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียมให้อยู่ในรูปของ ฟอสเฟต
- 10 ง) จากนั้นนำมาให้ความร้อนด้วยเตาให้ความร้อนไฟฟ้า (Hot plate) ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้งและปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 25 มิลลิลิตร
- จ) นำสารละลายตัวอย่างจากข้อ ง) เติมสารละลายทำให้เกิดสี และสารละลายกรดแอสคอร์บิก ในอัตราส่วน 4:1:1 คนสารละลายให้เข้ากันด้วยปลายช้อนพลาสติก จากนั้นทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที
- 15 ฉ) ทำการเทียบสีของสารละลายตัวอย่างที่ได้จากข้อ จ) กับแถบสีมาตรฐานโดยเลือกแถบสีมาตรฐานที่มีความเข้มตรงกันกับสีของสารละลายตัวอย่าง เพื่ออ่านความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัส-อะลูมิเนียม ในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร

26798



บทสรุปการประดิษฐ์

ชุดทดสอบฟอสฟอสูทิล-อะลูมิเนียมแบบเทียบแถบสีมาตรฐาน ประกอบด้วย สารทดสอบ 3 ชนิด คือ เอทานอล (Ethanol) สารละลายทำให้เกิดสี (Color reagent) สารละลายแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) กรดไนตริกเข้มข้น แถบสีมาตรฐานซึ่งมีความเข้มของสีแตกต่างกันตามระดับความเข้ม 5 เข้มข้นของสารฟอสฟอสูทิล-อะลูมิเนียมที่ตรวจพบหรือทดสอบได้ในช่วง 0 ถึง 20 มิลลิกรัมต่อลิตร เรียงจากสีฟ้าจางถึงสีฟ้าอมน้ำเงินเข้ม เพื่อหาปริมาณความเข้มข้นสารฟอสฟอสูทิล-อะลูมิเนียมในสาร ตัวอย่าง โดยสามารถทราบผลการตรวจสอบได้ในระยะเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมงต่อหนึ่งตัวอย่าง ใช้สารละลายตัวอย่างและสารเคมีทดสอบปริมาณน้อย ประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับเป็นค่าสารเคมี หรือ เครื่องมือวิเคราะห์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยชุดทดสอบนี้มีราคาต้นทุนต่อหนึ่งชุดทดสอบไม่สูงมาก 10 นัก ซึ่งสามารถนำไปใช้ทดสอบสารฟอสฟอสูทิล-อะลูมิเนียมเบื้องต้นก่อนนำส่งเพื่อยืนยันผลการทดสอบ จากห้องปฏิบัติการได้

26798