รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราด้วยปฏิกิริยาเฟนตันเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ในรูปของปุ๋ยแคลเซียม-โบรอน

Study of wastewater treatment from rubber wood plants by Fenton reaction for reuse as calcium-boron fertilizer

คณะผู้วิจัย ผศ.ดร.ลือพงศ์ แก้วศรีจันทร์ (หัวหน้าโครงการ)

รศ.ดร. จำเป็น อ่อนทอง

งานวิจัยนี้ได้รับทุนงบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2549-2550

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำปฏิกิริยาเฟนตันมาใช้ในการบำบัดค่า COD และสีในน้ำทิ้งจากกระบวนการรักษาเนื้อไม้ยางพารา น้ำทิ้งจากกระบวนการรักษาเนื้อไม้ยางพารามีสีน้ำตาลดำเข้ม มีค่า COD อยู่ในช่วง 800 – 2,400 mg/L ค่าสี 1127 – 2299 Pt-Co unit หลังการบำบัดลดค่า COD ได้ 84 – 97% ลดค่า สีได้ 97 – 99% การใช้กรดไนตริกเพื่อช่วยปรับ pH จะให้ผลการลดลงของ COD และสี ได้มากกว่าและใช้สารเคมีน้อยกว่า (COD : Fe = 1 : 0.06) การใช้กรดซัลฟิวริก (COD : Fe = 1 : 0.12) ปริมาณสารเคมีตกค้างสูงสุดในสารละลายที่วิเคราะห์ได้มีดังนี้ โบรอน 1400 mg/L แคลเซียม 675 mg/L ซัลเฟต 3000 mg/L ไนเตรท 675 mg/L และเหล็ก 166 mg/L ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณของซัลเฟต โบรอน และแคลเซียมตกค้างในสารละลายมากกว่า 90% ของสารดังกล่าวในสารละลาย (น้อยกว่า 10% อยู่ในตะกอน) ยกเว้นปริมาณของเหล็กที่ตกค้างในส่วนของสารละลายน้อยกว่า 2% (มากกว่า 98% อยู่ในตะกอน) ทุกๆสภาวะการบำบัดใช้ตำรับของสารเฟนตันรีเอเจนต์คงที่ที่อัตราส่วนโดยน้ำหนักของ $Fe:H_2O_2:CaO = 1 : 11.7 : 4.5$

น้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราหลังผ่านการบำบัดด้วยปฏิกิริยาเฟนตัน จะมีธาตุ B, S, และ Ca ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่มีประโยชน์สำหรับพืช จึงได้ทำการศึกษาเพื่อนำน้ำทิ้งมาใช้ประโยชน์ในการปลูกพืช โดยแบ่งการทดลองเป็นการไม่ให้น้ำเสีย (Control) ให้น้ำเสีย 100 มล. (+WW) และให้ธาตุอาหารที่ใช้ทดสอบมีปริมาณธาตุเท่ากับในน้ำเสีย 100 มล. คือ โบรอน (+B), กำมะถัน (+S), แคลเซียม (+Ca) และโซเดียม (+Na) โดยมีมะเขือเทศเป็นพืชทดสอบ ผลการทดลองพบว่า การให้น้ำเสียที่ปริมาตรเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะการให้น้ำเสีย 40 และ 100 มล. ทำให้การเจริญเติบโตของมะเขือเทศลดลงและพืชตาย โดยมีโบรอนในพืชมากถึง 1,171 และ 2,265 มก./กก. และการให้ +WW และ +B ทำให้ต้นมะเขือเทศมีอาการขอบใบไหม้และตายในลักษณะเดียวกันกับการให้น้ำเสีย 100 มล. ในขณะที่ตำรับการทดลอง +S, +Ca และ +Na การเจริญเติบโตของพืช ทั้งน้ำหนักแห้ง จำนวนใบ และโบรอนในพืชใกล้เคียงกับไม่ให้น้ำเสีย นอกจากนั้นการให้โบรอนทั้งจากกรดบอริกและน้ำเสียที่ความเข้มข้นโบรอน 0.5 มล./กก.ดิน มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักผลผลิตเพิ่มขึ้นที่ 67.43 และ 52.23 กรัม/ต้น และจำนวนผลเพิ่มขึ้นที่ 20 และ 19 ผล/ต้น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับควบคุม และการให้โบรอนที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 2.5 มก./กก.ดิน ต้นมะเขือเทศเริ่มแสดงอาการใบไหม้ โดยการให้ในอัตราที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความรุนแรงของอาการเพิ่มขึ้น การให้โบรอนในอัตราสูงกว่า 0.5 มก./กก.ดิน ของทั้งกรดบอริกและน้ำเสียทำให้น้ำหนักผลและจำนวนผลผลิตลดลงอย่างชัดเจน แต่การให้อัตราโบรอนที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้อาการผลผิดปกติลดลง และการใช้น้ำเสียที่เติมแคลเซียมฉีดพ่นพืช ก็สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยแคลเซียม-โบรอนได้ โดยที่ไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติในทุกดัชนีชี้วัด ดังนั้นหากนำน้ำเสียมาใช้กับการปลูกมะเขือเทศ ควรใช้น้อยกว่า 4 มล./กก. ดิน ซึ่งจะทำให้มีโบรอนไม่เกิน 2 มก./กก. ดิน หากใช้ในปริมาณมากจะทำให้เกิดปัญหาความเป็นพิษเนื่องจากโบรอนได้

Abstract

This research aimed to reduce COD and color of wastewater from rubber wood preservative process of furniture factories by Fenton reaction. Wastewater from the factories before treating was deep dark brown in that the COD of 800-2,400 mg/L and the color of 1,127-2,299 Pt-Co unit. After reaction, removal of COD was 84-97 % and the color of 97-99 %. The reaction using nitric acid for pH adjustment, gave percent removal of COD and color more than the reaction using sulfuric acid for pH adjustment in that nitric acid reaction consumed less Fenton reagent (COD : Fe = 1 : 0.06) than the sulfuric acid reaction (COD : Fe = 1 : 0.12) for the same level of COD and color treatment. Maximum chemical residuals in the solution were: boron 1400 mg/L, calcium 675 mg/L, sulfate 3000 mg/L, nitrate 675 mg/L and iron 166 mg/L The remaining sulfate, boron and calcium in the wastewaters after the treatment were still in phases of aqueous solution and sediment. More than 90% of the residues were in solution (less than 10 % was in sediment). On the other hand less than 2 % of iron was in aqueous solution (more than 98 % was precipitated). All cases of the treatments, Fenton reagent recipe was fixed at Fe: H_2O_2: CaO = 1: 11.7: 4.5.

Greenhouse experiment was conducted to use the treated wastewater as a nutrient source for plants. There were 4 experiments. The experiment was arranged as follow: without wastewater (Control), add wastewater (+WW), add boron (+B), add sulphur (+S), add calcium (+Ca) and add sodium (+Na). It was found that applying high amount of wastewater especially 40 and 100 mL pot^{-1} decreased tomato growth, and caused the plants died. Plant boron concentration derived from the two treatments was up to 1,171 and 2,265 mg kg^{-1} respectively. It was consistent with the growth of tomato in the +WW and +B treatment that caused margin leaf necrosis which was similar to applying 100 mL of wastewater (experiment 1), and plant B was up to 1,804 and 1,867 mg kg^{-1}, respectively. However, dry matter, leaf number and boron in plant of the +S, +Ca and +Na treatment were not significantly different compared with the control treatment. Using boron at 0.5 mL kg^{-1} soil from either boric acid or wastewater tented to increase fruits weight to 67.43 and 52.23 g pot^{-1}, and number of fruit to 20 and 19 fruit pot^{-1} respectively, but it was not significant from the control. Using boron more than 2.5 mg kg^{-1} soil causes leaf necrosis which increased according to the amount of boron. Applying boron more than 0.5 mg kg^{-1} soil, either boric acid or wastewater sharply decreased fruit weight and number of fruit. In contrast, number of abnormal fruit was decreased when high rate boron was applied. However, using wastewater from rubber wood factories as nutrient source for tomato, the rate of wastewater should be less than 4 mL kg^{-1} which results in B < 2 mg kg^{-1}. High amount of wastewater is toxic to tomato because of high B.