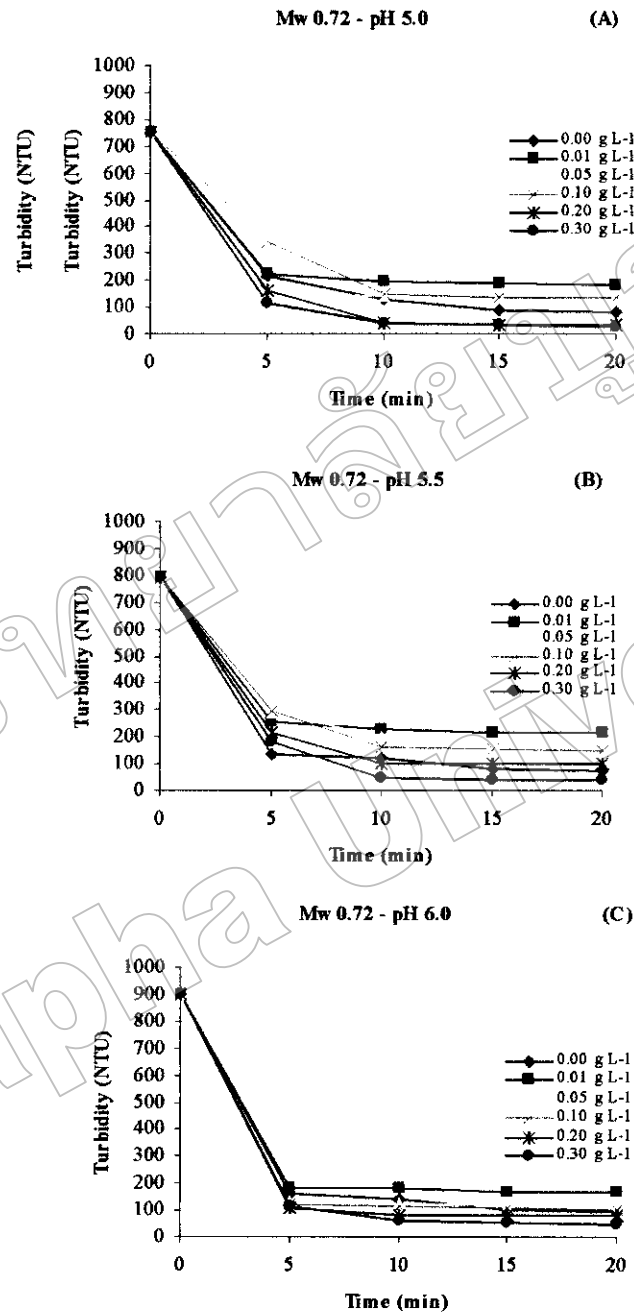
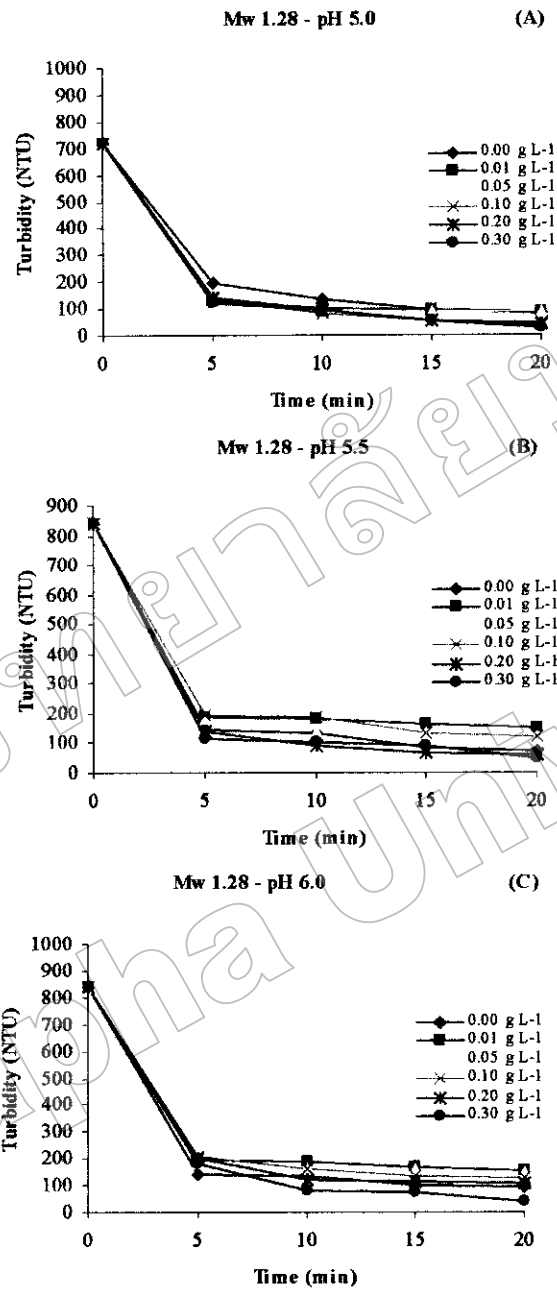



ภาพที่ 4-19 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ($0.72x10^6$ ดาลตัน) (A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0) และปริมาณไคโตซาน (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร) ต่อความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งในช่วง 0-20 นาที

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 4-20 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ($1.28x10^6$ ดาลตัน) ) (A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0) และปริมาณไคโตซาน (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร) ต่อความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งในช่วง 0-20 นาที

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ผลการนำค่าความขุ่นมาคำนวณหาค่า n เพื่อทำนายกลไกการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งโดยใช้สมการที่ [3-2] พบว่าเมื่อกำหนดค่า n เท่ากับ 1.4, 2 และ 3 ได้ค่า B แสดงได้ดังตารางภาคผนวก ช-10 และเมื่อไม่กำหนดค่า n และ B จะได้ค่า n และ B แสดงได้ดังตารางภาคผนวก ช-11

จากตารางภาคผนวก ช-11 พบว่าค่า n จากการทดลอง มีค่าเท่ากับ 3.16

ผลการนำค่า n จากการทดลองมาทำนายค่า n โดยใช้สมการที่ [3-1] แสดงได้ดังภาพที่ 4-21 (ที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ), ภาพที่ 4-22 (ที่ pH ต่าง ๆ) และตารางภาคผนวก ช-12 (ค่าเปรียบเทียบจากการทดลองและค่าจากการทำนาย)

จากภาพที่ 4-21 พบว่าเมื่อน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเพิ่มขึ้นจาก $0.50\pm0.18\times10^{6}$ ดาลตัน เป็น $1.28\pm1.15\times10^{6}$ ดาลตัน ค่า n มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 2.17 (ค่าจากการทำนายเท่ากับ 1.48) เป็น 3.16 (ค่าจากการทำนายเท่ากับ 1.48)

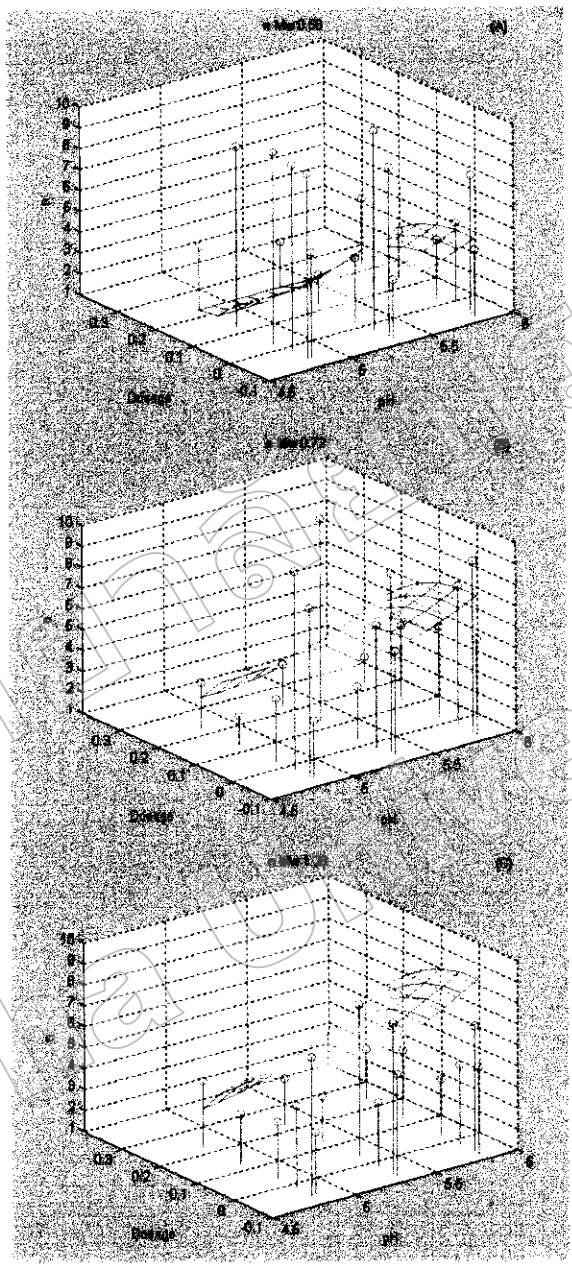
จากภาพที่ 4-22 พบว่าเมื่อ pH เพิ่มขึ้นจาก 5.0 เป็น 6.0 ค่า n มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 2.17 (ค่าจากการทำนายเท่ากับ 1.48) เป็น 2.96 (ค่าจากการทำนายเท่ากับ 3.49)

1.1.2 ความขุ่นสุดท้าย

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อความขุ่นสุดท้าย เปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่น และอัตราการลดลงของความขุ่นในช่วง 5 นาที แสดงได้ดังตารางที่ 4-8

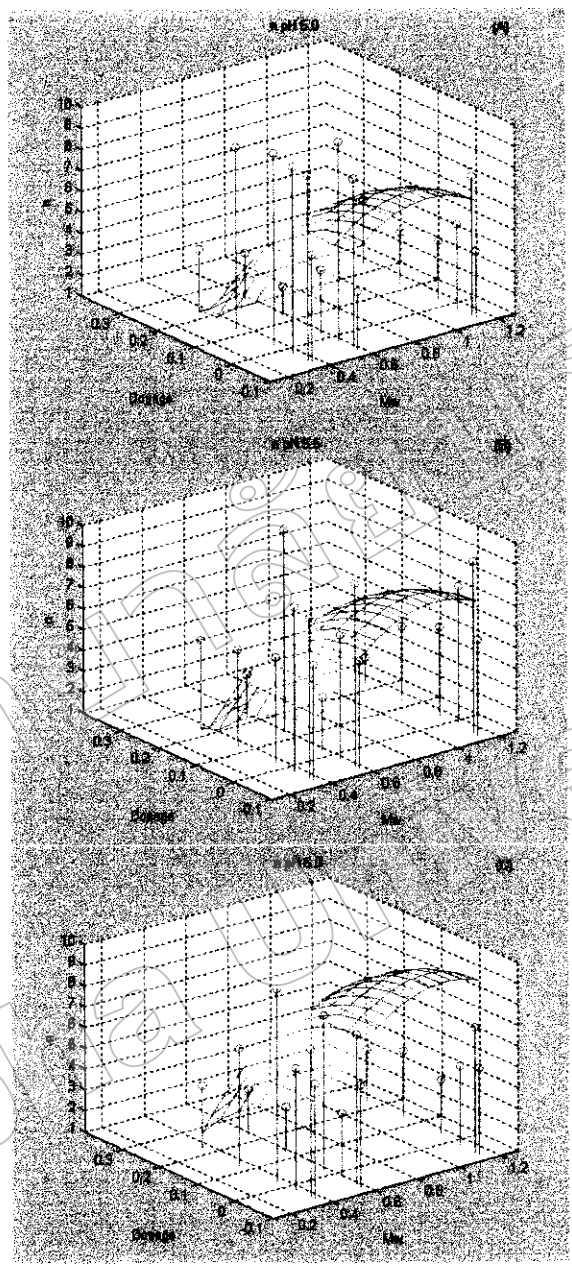
ผลการนำค่าความขุ่นสุดท้ายจากการทดลอง มาทำนายค่าความขุ่นสุดท้าย โดยใช้สมการที่ [3-2] แสดงได้ดังภาพที่ 4-23 (ที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ), ภาพที่ 4-24 (ที่ pH ต่าง ๆ) และตารางภาคผนวก ช-9 (ค่าเปรียบเทียบจากการทดลองและค่าจากการทำนาย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4-21 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อค่า n ที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ
A: 0.50 x $10^6$ ดาลตัน, B: 0.72 x $10^6$ ดาลตัน และ C: 1.28 x $10^6$ ดาลตัน
(กราฟหัวหมุด = ค่าจากการทดลอง; กราฟ Surface = ค่าจากการทำนาย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4-22 ผลของปริมาณไคโตซาน และ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อค่า n ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0 (กราฟหัวหมุด = ค่าจากการทดลอง, กราฟ Surface = ค่าจากการทำนาย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-8 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซานต่อความขุ่นสุดท้าย เปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่น และอัตราการลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งในช่วง 5 นาทีแรกแสดงในรูปค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

| น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ($10^6$) Da | pH | ปริมาณไคโตซาน (g $L^{-1}$) | ความขุ่นสุดท้าย (NTU) | เปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่น* | อัตราการลดลงของความขุ่น (NTUต่อมล.นาที) * |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 | 5.0 | 0.00 | $64.17\pm0.15^{u}$ | $90.80\pm0.00^{mno}$ | $0.0079\pm0.0001^{st}$ |
| | | 0.01 | $132.67\pm4.73^{h}$ | $80.97\pm0.58^{y}$ | $0.0059\pm0.0002^{zA}$ |
| | | 0.05 | $95.43\pm1.12^{m}$ | $86.31\pm0.00^{u}$ | $0.0059\pm0.0001^{z}$ |
| | | 0.10 | $25.80\pm0.46^{A}$ | $96.30\pm0.00^{d}$ | $0.0070\pm0.0002^{x}$ |
| | | 0.20 | $22.70\pm0.72^{ABC}$ | $96.74\pm0.00^{c}$ | $0.0075\pm0.0001^{u}$ |
| | | 0.30 | $21.83\pm0.95^{BCD}$ | $96.87\pm0.00^{bc}$ | $0.0083\pm0.0001^{opq}$ |
| | 5.5 | 0.00 | $70.20\pm0.82^{t}$ | $90.70\pm0.00^{o}$ | $0.0083\pm0.0001^{opq}$ |
| | | 0.01 | $75.57\pm0.45^{qr}$ | $89.99\pm0.00^{p}$ | $0.0086\pm0.0002^{mn}$ |
| | | 0.05 | $52.47\pm0.50^{w}$ | $93.05\pm0.00^{ij}$ | $0.0084\pm0.0002^{nop}$ |
| | | 0.10 | $42.73\pm0.71^{x}$ | $94.34\pm0.00^{g}$ | $0.0085\pm0.0002^{mno}$ |
| | | 0.20 | $30.67\pm1.03^{z}$ | $95.94\pm0.00^{def}$ | $0.0089\pm0.0001^{kl}$ |
| | | 0.30 | $29.97\pm0.35^{z}$ | $96.03\pm0.00^{de}$ | $0.0087\pm0.0002^{lm}$ |
| | 6.0 | 0.00 | $77.37\pm0.61^{q}$ | $90.74\pm0.00^{no}$ | $0.0097\pm0.0001^{f}$ |
| | | 0.01 | $195.67\pm3.06^{a}$ | $76.59\pm0.58^{C}$ | $0.0073\pm0.0001^{uvw}$ |
| | | 0.05 | $168.33\pm2.08^{c}$ | $79.86\pm0.00^{A}$ | $0.0072\pm0.0001^{vw}$ |
| | | 0.10 | $142.33\pm2.08^{f}$ | $82.97\pm0.00^{x}$ | $0.0093\pm0.0002^{hi}$ |
| | | 0.20 | $56.73\pm0.55^{v}$ | $93.21\pm0.00^{i}$ | $0.0078\pm0.0001^{t}$ |
| | | 0.30 | $37.33\pm0.91^{y}$ | $95.53\pm0.58^{f}$ | $0.0100\pm0.0001^{d}$ |
| 0.72 | 5.0 | 0.00 | $65.81\pm0.63^{u}$ | $91.21\pm0.00^{lmn}$ | $0.0075\pm0.0001^{u}$ |
| | | 0.01 | $150.3\pm34.51^{e}$ | $80.03\pm1.00^{zA}$ | $0.0074\pm0.0001^{uvw}$ |
| | | 0.05 | $131.00\pm1.00^{hi}$ | $82.60\pm0.58^{x}$ | $0.0084\pm0.0001^{opq}$ |

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

| น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ($10^6$) Da | pH | ปริมาณไคโตซาน (g $L^{-1}$) | ความขุ่นสุดท้าย (NTU) | เปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่น* | อัตราการลดลงของความขุ่น (NTUต่อมล.นาที) * |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.10 | 105.67±4.93$^{k}$ | 85.96±0.58$^{u}$ | 0.0057±0.0001$^{A}$ |
| | | 0.20 | 31.33±0.68$^{z}$ | 95.84±0.00$^{def}$ | 0.0096±0.0000$^{fg}$ |
| | | 0.30 | 20.53±1.14$^{CD}$ | 97.27±0.00$^{ab}$ | 0.0088±0.0001$^{lm}$ |
| | 5.5 | 0.00 | 69.53±0.64$^{t}$ | 91.21±0.00$^{lm}$ | 0.0091±0.0001$^{j}$ |
| | | 0.01 | 181.67±2.08$^{b}$ | 77.03±0.58$^{B}$ | 0.0074±0.0001$^{uvw}$ |
| | | 0.05 | 154.67±1.53$^{d}$ | 80.45±0.58$^{z}$ | 0.0070±0.0002$^{x}$ |
| | | 0.10 | 136.00±2.00$^{g}$ | 82.81±0.58$^{x}$ | 0.0044±0.0001$^{C}$ |
| | | 0.20 | 93.97±0.45$^{m}$ | 88.12±0.00$^{s}$ | 0.0094±0.0001$^{gh}$ |
| | | 0.30 | 24.90±0.36$^{AB}$ | 96.85±0.00$^{bc}$ | 0.0085±0.0001$^{no}$ |
| | 6.0 | 0.00 | 82.47±0.47$^{p}$ | 91.00±0.00$^{mno}$ | 0.0103±0.0001$^{c}$ |
| | | 0.01 | 156.33±1.53$^{d}$ | 82.67±0.58$^{x}$ | 0.0099±0.0001$^{de}$ |
| | | 0.05 | 101.00±1.00$^{l}$ | 89.00±0.00$^{r}$ | 0.0106±0.0001$^{b}$ |
| | | 0.10 | 92.37±1.21$^{n}$ | 90.00±0.00$^{p}$ | 0.0108±0.0001$^{a}$ |
| | | 0.20 | 72.73±0.31$^{rst}$ | 92.00±0.00$^{k}$ | 0.0110±0.0000$^{a}$ |
| | | 0.30 | 36.33±0.65$^{y}$ | 96.00±0.00$^{def}$ | 0.0109±0.0001$^{a}$ |
| 1.28 | 5.0 | 0.00 | 65.17±1.11$^{u}$ | 90.91±0.00$^{mno}$ | 0.0072±0.0002$^{wx}$ |
| | | 0.01 | 73.73±0.85$^{rs}$ | 89.71±0.00$^{p}$ | 0.0082±0.0001$^{qr}$ |
| | | 0.05 | 52.13±0.31$^{w}$ | 92.73±0.00$^{j}$ | 0.0080±0.0001$^{rs}$ |
| | | 0.10 | 43.23±0.25$^{x}$ | 93.97±0.00$^{gh}$ | 0.0080±0.0001$^{rs}$ |
| | | 0.20 | 30.73±0.40$^{z}$ | 95.71±0.00$^{f}$ | 0.0067±0.0002$^{y}$ |
| | | 0.30 | 18.90±0.40$^{D}$ | 97.51±0.58$^{a}$ | 0.0082±0.0001$^{pqr}$ |
| | 5.5 | 0.00 | 71.10±0.95$^{st}$ | 91.53±0.58$^{l}$ | 0.0097±0.0001$^{f}$ |
| | | 0.01 | 136.33±4.73$^{g}$ | 83.75±0.58$^{w}$ | 0.0090±0.0001$^{jk}$ |

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

| น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ($10^6$) Da | pH | ปริมาณไคโตซาน ($g\ L^{-1}$) | ความขุ่นสุดท้าย (NTU) | เปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่น* | อัตราการลดลงของความขุ่น (NTUต่อมล.นาที) * |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.05 | $105.67\pm1.53^{k}$ | $87.40\pm0.58^{t}$ | $0.0091\pm0.0002^{l}$ |
| | | 0.10 | $87.63\pm0.80^{o}$ | $89.55\pm0.58^{pq}$ | $0.0048\pm0.0001^{B}$ |
| | | 0.20 | $52.80\pm0.60^{w}$ | $93.71\pm0.00^{h}$ | $0.0098\pm0.0001^{ef}$ |
| | | 0.30 | $20.93\pm0.80^{CD}$ | $97.36\pm0.00^{a}$ | $0.0085\pm0.0001^{mno}$ |
| | 6.0 | 0.00 | $77.97\pm1.90^{q}$ | $90.68\pm0.00^{o}$ | $0.0096\pm0.0001^{f}$ |
| | | 0.01 | $129.00\pm4.58^{i}$ | $84.58\pm0.58^{v}$ | $0.0089\pm0.0001^{jkl}$ |
| | | 0.05 | $116.00\pm5.00^{j}$ | $86.13\pm1.00^{u}$ | $0.0091\pm0.0002^{ij}$ |
| | | 0.10 | $103.33\pm3.51^{kl}$ | $87.65\pm0.58^{t}$ | $0.0087\pm0.0001^{lm}$ |
| | | 0.20 | $90.00\pm0.10^{no}$ | $89.24\pm0.00^{qr}$ | $0.0089\pm0.0003^{kl}$ |
| | | 0.30 | $34.80\pm0.20^{y}$ | $95.84\pm0.00^{def}$ | $0.0105\pm0.0003^{bc}$ |

a,b,c, A,B,C, หมายถึง อักษรในแนวตั้งเดียวกันต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* ตัวอย่างการคำนวณ แสดงได้ดังภาคผนวก ข-3-ข-11

จากตารางที่ 4-8 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก จ-14) พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่าง 3 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อความขุ่นสุดท้ายของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยค่าความขุ่นสุดท้ายอยู่ในช่วง 195.67-18.90 NTU

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50\pm0.18\times10^6$ ดาลตัน pH 6.0 และปริมาณไคโตซาน 0.01 กรัมต่อลิตร ทำให้ความขุ่นสุดท้ายมีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ( $p< 0.05$) เป็น $195.67\pm 3.06$ NTU

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28\pm1.15\times10^6$ ดาลตัน pH 5.0 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร ทำให้ความขุ่นสุดท้ายมีค่าต่ำสุดเป็น $18.90\pm0.40$ NTU ซึ่งให้ค่าไม่แตกต่างกับที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50\pm0.18\times10^6$ ดาลตัน และ $0.72\pm1.00\times10^6$ ดาลตัน pH

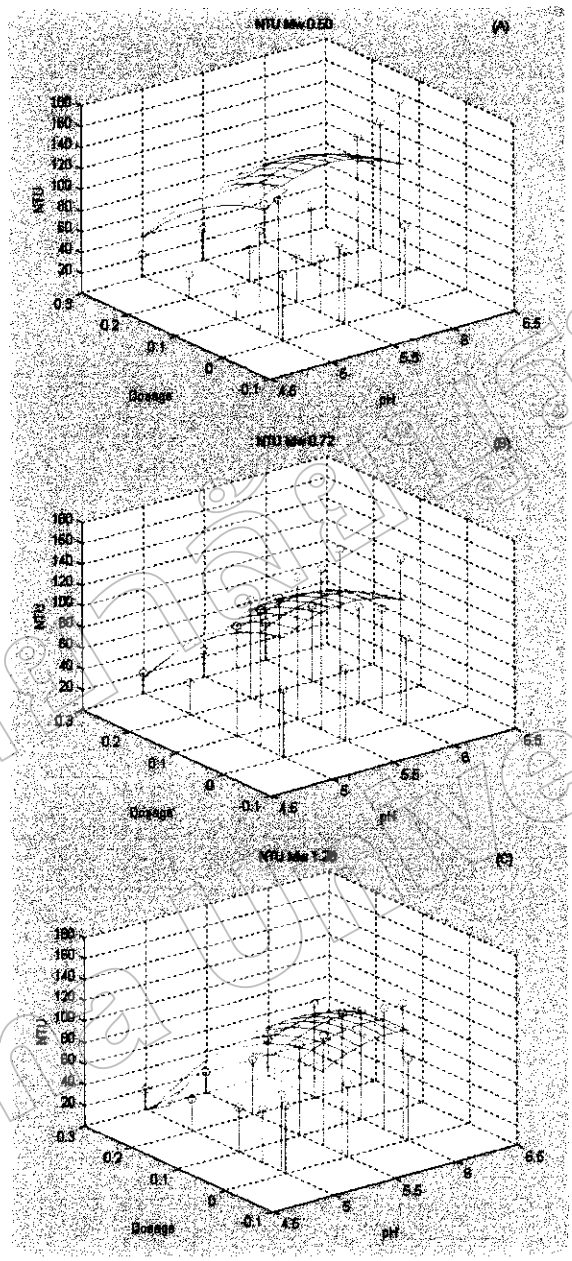
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5.0 ปริมาณไคโตซาน 0.3 กรัมต่อลิตร และที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น$1.28\pm1.15x10^{6}$ ดาลตัน pH 5.5 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

จากภาพที่ 4-23 พบว่าเมื่อน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเพิ่มขึ้นจาก $0.50\pm0.18x10^{6}$ ดาลตัน เป็น $1.28\pm1.15x10^{6}$ ดาลตัน ความขุ่นมีค่าลดลงจาก 21.83± 0.95 NTU (ค่าจากการทำนายเท่ากับ 36.94 NTU) เป็น 18.90± 0.40 NTU (ค่าจากการทำนายเท่ากับ 0.00 NTU)

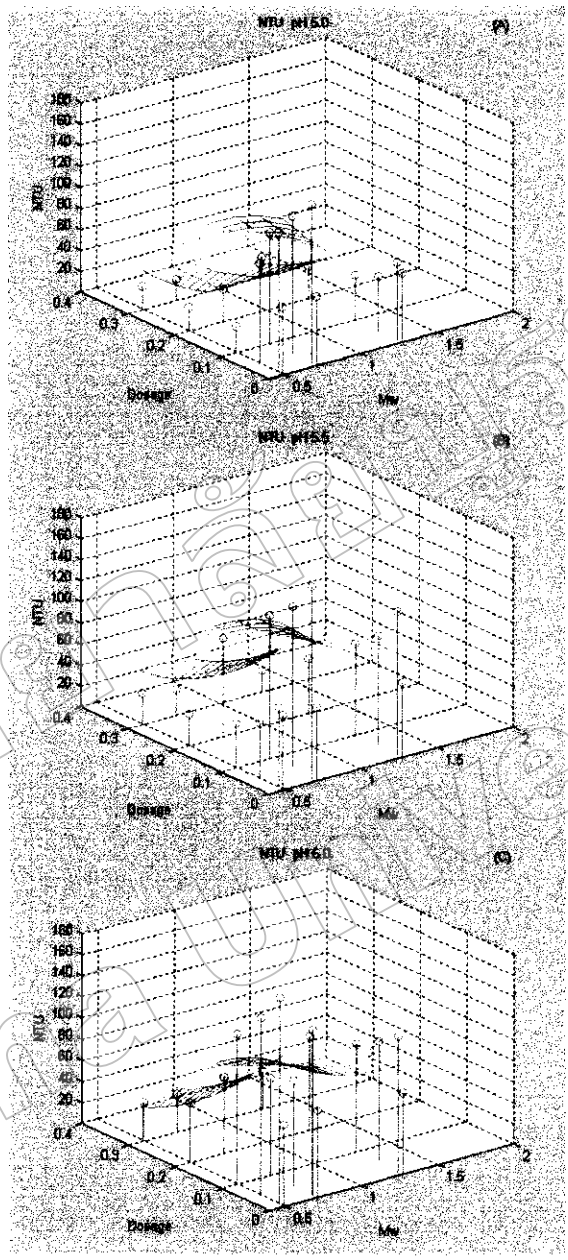
จากภาพที่ 4-24 พบว่าเมื่อ pH เพิ่มขึ้นจาก 18.90± 0.40 NTU (ค่าจากการทำนายเท่ากับ 0.00 NTU) เป็น 34.80± 0.20 NTU (ค่าจากการทำนายเท่ากับ 40.14 NTU)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 4-23 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อการลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ A: 0.50 x10 $^{6}$ ดาลตัน B: 0.72 x10 $^{6}$ ดาลตัน และ C: 1.28 x10 $^{6}$ ดาลตัน (กราฟหัวหมุด = ค่าจากการทดลอง, กราฟ Surface = ค่าจากการทำนาย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 4-24 ผลของปริมาณไคโตซาน และ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อการลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการ ผลิตเต้าหู้แข็งที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0 (กราฟหัวหมุด = ค่าจากการทดลอง, กราฟ Surface = ค่าจากการทำนาย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.1.3 เปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่น

จากตารางที่ 4-8 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก จ-15) พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่าง 3 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่นอยู่ในช่วง 97.51-76.59 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28\pm1.15\times10^6$ ดาลตัน pH 5.0 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร ทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่นมีค่าสูงสุดเป็น 97.51± 0.58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ค่าไม่แตกต่างกับที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.72\pm1.00\times10^6$ ดาลตัน pH 5.0 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร และที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28\pm1.15\times10^6$ ดาลตัน pH 5.5 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50\pm0.18\times10^6$ ดาลตัน pH 6.0 และปริมาณไคโตซาน 0.01 กรัมต่อลิตร ทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่นมีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เป็น 76.59±0.58 เปอร์เซ็นต์

1.1.4 อัตราการลดลงของความขุ่นในช่วง 5 นาทีแรก

จากตารางที่ 4-8 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก จ-16) พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่าง 3 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลองได้แก่ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่ออัตราการลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) โดยอัตราการลดลงของความขุ่นอยู่ในช่วง 0.0110-0.0044 NTUต่อมิลลิลิตร.นาที

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.72\pm1.00\times10^6$ ดาลตัน pH 6.0 และปริมาณไคโตซาน 0.20 กรัมต่อลิตร ทำให้อัตราการลดลงของความขุ่นมีค่าสูงสุดเป็น 0.0110±0.0000 NTUต่อมิลลิลิตร.นาที ซึ่งให้ค่าไม่แตกต่างกับที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.72\pm1.00\times10^6$ ดาลตัน pH 6.0 และปริมาณไคโตซาน 0.10 และ 0.30 กรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \geq 0.05$)

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.72\pm1.00\times10^6$ ดาลตัน pH 5.5 และปริมาณไคโตซาน 0.10 กรัมต่อลิตร ทำให้อัตราการลดลงของความขุ่นมีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เป็น0.0044± 0.0001 NTUต่อมิลลิลิตร.นาที

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อค่าของแข็งแขวนลอย และเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าของแข็งแขวนลอย ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าของแข็งทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าของแข็งทั้งหมด ปริมาณโปรตีน และเปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณโปรตีน แสดงได้ดังตารางที่ 4-9

1.2 ค่าของแข็งแขวนลอย

ผลการนำค่าของแข็งแขวนลอยจากการทดลอง มาทำนายค่าของแข็งแขวนลอย โดยใช้สมการที่ [3-2] เพื่อเปรียบเทียบกัน แสดงได้ดังภาพที่ 4-25 (ที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ) และ ภาพที่ 4-26 (ที่ pH ต่าง ๆ) และตารางภาคผนวก ช-13 (ค่าเปรียบเทียบจากการทดลองและค่าจากการทำนาย)

จากตารางที่ 4-9 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก จ-17) พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่าง 3 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยค่าของแข็งแขวนลอยอยู่ในช่วง 58.06-5.61 มิลลิกรัมต่อลิตร

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50 \pm 0.18 \times 10^6$ ดาลตัน pH 6.0 และปริมาณไคโตซาน 0.01 กรัมต่อลิตร ทำให้ของแข็งแขวนลอยมีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เป็น $58.06 \pm 0.90$ มิลลิกรัมต่อลิตร

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28 \pm 1.15 \times 10^6$ ดาลตัน pH 5.0 และปริมาณ 0.30 กรัมต่อลิตร ทำให้ของแข็งแขวนลอยมีค่าต่ำสุดเป็น $5.61 \pm 0.12$ มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งให้ค่าไม่แตกต่างกับที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50 \pm 0.18 \times 10^6$ ดาลตัน และ $0.72 \pm 1.00 \times 10^6$ ดาลตัน pH 5.0 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร และ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28 \pm 1.15 \times 10^6$ ดาลตัน pH 5.5 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

จากภาพที่ 4-25 พบว่าเมื่อน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเพิ่มขึ้นจาก $0.50 \pm 0.18 \times 10^6$ ดาลตัน เป็น $1.28 \pm 1.15 \times 10^6$ ดาลตัน ค่าของแข็งแขวนลอยมีค่าลดลงจาก $6.48 \pm 0.29$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนายเท่ากับ 5.88 มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็น $5.61 \pm 0.12$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนายเท่ากับ 2.80 มิลลิกรัมต่อลิตร)

จากภาพที่ 4-26 พบว่าเมื่อ pH เพิ่มขึ้นจาก 5.0 เป็น 6.0 ค่าของแข็งแขวนลอยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก $5.61 \pm 0.12$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนายเท่ากับ 2.80 มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็น $10.60 \pm 0.48$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนายเท่ากับ 14.95 มิลลิกรัมต่อลิตร)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-9 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซานต่อ ค่าของแข็งแขวนลอย ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าของแข็งทั้งหมด ปริมาณโปรตีน (Lowry) และเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าต่าง ๆ แสดงในรูป ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

| น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ($10^6$) Da | pH | ปริมาณไคโตซาน (g $L^{-1}$) | ค่าของแข็งแขวนลอย (mg $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งแขวนลอย * | ค่าของแข็งที่ละ ลายได้ทั้งหมด (mg $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด * | ค่าของแข็งทั้งหมด (mg $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งทั้งหมด * | ปริมาณโปรตีน (Lowry)(g $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry) * |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.50 | 5.0 | 0.00 | 19.52±0.19$^{s}$ | 90.64±0.23$^{o}$ | 6.39±0.01$^{y}$ | 18.11±0.08$^{y}$ | 25.91±0.20$^{q}$ | 88.03±0.26$^{no}$ | 0.461±0.002$^{qr}$ | 47.40±2.26$^{ik}$ |
| | | 0.01 | 44.60±1.34$^{d}$ | 78.62±0.91$^{tu}$ | 6.50±0.00$^{w}$ | 16.63±0.01$^{A}$ | 51.11±1.34$^{d}$ | 76.39±0.91$^{tu}$ | 0.444±0.004$^{t}$ | 49.33±2.39$^{i}$ |
| | | 0.05 | 38.87±0.30$^{gh}$ | 81.37±0.16$^{z}$ | 6.04±0.00$^{G}$ | 22.55±0.00$^{v}$ | 44.91±0.29$^{j}$ | 79.25±0.19$^{y}$ | 0.441±0.002$^{t}$ | 49.72±2.15$^{i}$ |
| | | 0.10 | 31.35±1.46$^{l}$ | 84.98±0.63$^{v}$ | 5.86±0.00$^{J}$ | 24.86±0.00$^{o}$ | 37.21±1.46$^{h}$ | 82.81±0.60$^{u}$ | 0.385±0.001$^{wx}$ | 56.14±1.76$^{q}$ |
| | | 0.20 | 9.29±0.21$^{x}$ | 95.55±0.14$^{fg}$ | 5.77±0.00$^{K}$ | 26.00±0.00$^{m}$ | 15.06±0.21$^{x}$ | 93.04±0.16$^{i}$ | 0.133±0.011$^{D}$ | 84.77±1.72$^{b}$ |
| | | 0.30 | 6.48±0.29$^{zAB}$ | 96.89±0.18$^{cd}$ | 4.69±0.02$^{s}$ | 39.92±0.20$^{c}$ | 11.17±0.28$^{C}$ | 94.84±0.20$^{cd}$ | 0.101±0.004$^{E}$ | 88.51±0.86$^{b}$ |
| | 5.5 | 0.00 | 21.12±0.29$^{qr}$ | 90.67±0.18$^{o}$ | 8.32±0.00$^{n}$ | 2.71±0.01$^{K}$ | 29.44±0.29$^{o}$ | 87.47±0.19$^{p}$ | 0.663±0.008$^{ab}$ | 9.35±0.83$^{zA}$ |
| | | 0.01 | 40.35±0.60$^{f}$ | 82.18±0.22$^{y}$ | 7.14±0.00$^{s}$ | 16.54±0.01$^{AB}$ | 47.49±0.60$^{e}$ | 79.79±0.22$^{x}$ | 0.545±0.012$^{i}$ | 25.45±1.48$^{u}$ |
| | | 0.05 | 27.88±0.13$^{i}$ | 87.69±0.11$^{rs}$ | 6.90±0.00$^{l}$ | 19.34±0.01$^{v}$ | 34.78±0.13$^{ij}$ | 85.20±0.13$^{s}$ | 0.524±0.005$^{j}$ | 28.32±0.72$^{t}$ |
| | | 0.10 | 21.37±0.41$^{qr}$ | 90.56±0.24$^{o}$ | 6.48±0.00$^{x}$ | 24.25±0.01$^{r}$ | 27.85±0.41$^{p}$ | 88.15±0.25$^{op}$ | 0.479±0.006$^{op}$ | 34.43±0.57$^{qr}$ |
| | | 0.20 | 11.14±0.35$^{w}$ | 95.08±0.15$^{hi}$ | 6.33±0.00$^{C}$ | 25.95±0.01$^{m}$ | 17.48±0.35$^{uvw}$ | 92.56±0.15$^{gh}$ | 0.467±0.007$^{q}$ | 36.12±0.72$^{pq}$ |
| | | 0.30 | 8.89±0.11$^{x}$ | 96.07±0.01$^{e}$ | 6.22±0.00$^{E}$ | 27.26±0.01$^{k}$ | 15.11±0.11$^{x}$ | 93.57±0.01$^{e}$ | 0.429±0.008$^{u}$ | 41.31±0.87$^{m}$ |
| | 6.0 | 0.00 | 24.47±0.14$^{n}$ | 90.71±0.07$^{no}$ | 9.32±0.00$^{a}$ | 1.43±0.01$^{L}$ | 33.79±0.14$^{kl}$ | 87.61±0.09$^{op}$ | 0.671±0.010$^{a}$ | 7.99±0.86$^{A}$ |
| | | 0.01 | 58.06±0.90$^{a}$ | 77.95±0.19$^{C}$ | 8.70±0.00$^{d}$ | 7.99±0.01$^{G}$ | 66.76±0.90$^{a}$ | 75.53±0.17$^{C}$ | 0.651±0.007$^{c}$ | 10.82±0.65$^{z}$ |

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

| น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ($10^5$) Da | pH | ปริมาณไคโตซาน (g $L^{-1}$) | ค่าของแข็งแขวนลอย (mg $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งแขวนลอย * | ค่าของแข็งที่ละ ลายได้ทั้งหมด (mg $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด * | ค่าของแข็งทั้งหมด (mg $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งทั้งหมด * | ปริมาณโปรตีน (Lowry)(g $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry) * |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.05 | 49.94±0.62 $^{b}$ | 81.04±0.31 $^{z}$ | 8.65±0.00 $^{e}$ | 8.48±0.00 $^{F}$ | 58.60±0.62 $^{b}$ | 78.52±0.31 $^{z}$ | 0.619±0.007 $^{fg}$ | 15.21±1.39 $^{y}$ |
| | | 0.10 | 42.23±0.62 $^{e}$ | 83.96±0.33 $^{w}$ | 8.00±0.00 $^{k}$ | 15.39±0.00 $^{C}$ | 50.23±0.62 $^{d}$ | 81.59±0.33 $^{v}$ | 0.589±0.003 $^{h}$ | 19.32±0.92 $^{w}$ |
| | | 0.20 | 16.83±0.17 $^{t}$ | 93.61±0.03 $^{k}$ | 7.75±0.00 $^{m}$ | 18.00±0.01 $^{v}$ | 24.58±0.17 $^{r}$ | 90.99±0.02 $^{l}$ | 0.521±0.006 $^{lk}$ | 28.55±0.22 $^{t}$ |
| | | 0.30 | 11.08±0.27 $^{w}$ | 95.79±0.13 $^{efg}$ | 7.71±0.00 $^{n}$ | 18.51±0.01 $^{x}$ | 18.78±0.27 $^{t}$ | 93.12±0.14 $^{f}$ | 0.493±0.005 $^{n}$ | 32.38±1.10 $^{s}$ |
| 0.72 | 5.0 | 0.00 | 19.33±0.33 $^{s}$ | 91.35±0.17 $^{m}$ | 6.37±0.02 $^{ZA}$ | 18.00±0.20 $^{v}$ | 25.70±0.34 $^{q}$ | 88.88±0.17 $^{i}$ | 0.457±0.002 $^{rs}$ | 34.24±0.42 $^{qrs}$ |
| | | 0.01 | 39.36±1.41 $^{g}$ | 82.38±0.65 $^{vy}$ | 5.95±0.00 $^{i}$ | 23.40 +0.01 $^{s}$ | 45.31±1.41 $^{i}$ | 80.40±0.63 $^{w}$ | 0.438±0.001 $^{t}$ | 36.93±0.26 $^{op}$ |
| | | 0.05 | 28.32±0.33 $^{i}$ | 87.33±0.17 $^{s}$ | 5.82±0.01 $^{L}$ | 25.03±0.08 $^{n}$ | 34.14±0.33 $^{k}$ | 85.23±0.17 $^{s}$ | 0.439±0.006 $^{t}$ | 36.78±1.02 $^{op}$ |
| | | 0.10 | 12.83±0.07 $^{v}$ | 94.26±0.02 $^{i}$ | 5.56±0.00 $^{O}$ | 28.40±0.02 $^{i}$ | 18.39±0.07 $^{hi}$ | 92.05±0.02 $^{k}$ | 0.378±0.005 $^{x}$ | 45.61±0.65 $^{kl}$ |
| | | 0.20 | 9.12±0.12 $^{x}$ | 95.92±0.06 $^{ef}$ | 4.86±0.02 $^{Q}$ | 37.38±0.25 $^{e}$ | 13.98±0.14 $^{y}$ | 93.95±0.07 $^{e}$ | 0.128±0.009 $^{D}$ | 81.63±1.24 $^{d}$ |
| | | 0.30 | 6.09±0.34 $^{AB}$ | 97.27±0.16 $^{abc}$ | 4.63±0.04 $^{T}$ | 40.41±0.45 $^{b}$ | 10.72±0.38 $^{CD}$ | 95.36±0.17 $^{b}$ | 0.088±0.010 $^{f}$ | 87.34±1.41 $^{b}$ |
| | 5.5 | 0.00 | 20.83±0.25 $^{r}$ | 91.13±0.04 $^{mn}$ | 8.27±0.00 $^{i}$ | 3.93±0.01 $^{l}$ | 29.10±0.25 $^{o}$ | 88.04±0.07 $^{no}$ | 0.655±0.004 $^{bc}$ | 10.15±0.05 $^{z}$ |
| | | 0.01 | 40.45±1.40 $^{f}$ | 82.77±0.48 $^{x}$ | 6.52±0.00 $^{v}$ | 24.26±0.00 $^{qr}$ | 46.98±1.40 $^{e}$ | 80.70±0.46 $^{w}$ | 0.511±0.005 $^{lm}$ | 29.89±0.37 $^{i}$ |
| | | 0.05 | 31.35±0.45 $^{l}$ | 86.64±0.24 $^{l}$ | 6.51±0.00 $^{w}$ | 24.41±0.02 $^{q}$ | 37.86±0.45 $^{h}$ | 84.44±0.25 $^{q}$ | 0.482±0.005 $^{o}$ | 33.91±1.00 $^{rs}$ |
| | | 0.10 | 15.66±0.18 $^{u}$ | 93.33±0.12 $^{k}$ | 6.38±0.00 $^{yz}$ | 25.95±0.01 $^{m}$ | 22.04±0.18 $^{s}$ | 90.94±0.15 $^{i}$ | 0.467±0.004 $^{q}$ | 36.02±0.18 $^{pq}$ |

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

| น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ($10^6$) Da | pH | ปริมาณไคโตซาน (g $L^{-1}$) | ค่าของแข็งแขวนลอย (mg $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งแขวนลอย * | ค่าของแข็งที่ละ ลายได้ทั้งหมด (mg $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด * | ค่าของแข็งทั้งหมด (mg $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งทั้งหมด * | ปริมาณโปรตีน (Lowry)(g $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry) * |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.20 | 10.95±0.67$^{w}$ | 95.34±0.23$^{gh}$ | 6.20±0.00$^{F}$ | 27.98±0.00$^{i}$ | 17.15±0.67$^{vw}$ | 92.95±0.19$^{fg}$ | 0.447±0.004$^{st}$ | 38.67±0.19$^{no}$ |
| | | 0.30 | 7.38±0.11$^{yz}$ | 96.85±0.06$^{cd}$ | 6.19±0.00$^{F}$ | 28.11±0.00$^{i}$ | 13.57±0.11$^{yz}$ | 94.42±0.08$^{d}$ | 0.386±0.002$^{wx}$ | 47.08±0.03$^{jk}$ |
| | 6.0 | 0.00 | 23.16±0.61$^{c}$ | 90.09±0.24$^{p}$ | 9.31±0.00$^{b}$ | 2.72±0.00$^{k}$ | 31.43±0.61$^{n}$ | 86.65±0.23$^{q}$ | 0.639±0.004$^{d}$ | 18.78±0.47$^{w}$ |
| | | 0.01 | 46.38±0.46$^{e}$ | 80.15±0.22$^{A}$ | 8.60±0.00$^{c}$ | 10.10±0.01$^{g}$ | 52.91±0.46$^{c}$ | 77.40±0.21$^{A}$ | 0.641±0.006$^{d}$ | 18.44±0.81$^{w}$ |
| | | 0.05 | 33.38±0.90$^{i}$ | 85.72±0.38$^{u}$ | 8.38±0.00$^{g}$ | 12.41±0.00$^{D}$ | 39.89±0.90$^{g}$ | 82.83±0.37$^{u}$ | 0.617±0.005$^{g}$ | 21.58±0.51$^{v}$ |
| | | 0.10 | 30.66±1.04$^{ik}$ | 86.88±0.46$^{l}$ | 7.99±0.00$^{k}$ | 16.46±0.00$^{a}$ | 37.04±1.04$^{h}$ | 84.11±0.44$^{t}$ | 0.581±0.007$^{h}$ | 26.15±0.99$^{t}$ |
| | | 0.20 | 26.70±0.03$^{m}$ | 88.58±0.05$^{q}$ | 7.76±0.00$^{m}$ | 18.87±0.01$^{w}$ | 32.90±0.03$^{lm}$ | 85.83±0.05$^{r}$ | 0.503±0.002$^{m}$ | 36.03±0.34$^{pq}$ |
| | | 0.30 | 10.78±0.20$^{w}$ | 95.39±0.08$^{gh}$ | 7.57±0.01$^{q}$ | 20.92±0.12$^{v}$ | 16.97±0.20$^{w}$ | 92.46±0.07$^{hi}$ | 0.471±0.007$^{pq}$ | 40.10±0.80$^{mn}$ |
| 1.28 | 5.0 | 0.00 | 19.04±0.05$^{g}$ | 91.82±0.08$^{l}$ | 6.35±0.01$^{p}$ | 18.85±0.14$^{w}$ | 25.39±0.04$^{qr}$ | 89.44±0.10$^{k}$ | 0.455±0.006$^{rs}$ | 33.74±1.76$^{rs}$ |
| | | 0.01 | 21.88±0.25$^{pq}$ | 90.60±0.10$^{o}$ | 5.84±0.00$^{k}$ | 25.31±0.01$^{n}$ | 27.72±0.25$^{p}$ | 88.47±0.10$^{mn}$ | 0.365±0.008$^{y}$ | 46.80±2.06$^{kl}$ |
| | | 0.05 | 15.46±0.12$^{ij}$ | 93.35±0.08$^{k}$ | 5.79±0.00$^{M}$ | 26.03±0.01$^{m}$ | 21.25±0.12$^{s}$ | 91.16±0.09$^{i}$ | 0.352±0.007$^{z}$ | 48.75±1.68$^{ij}$ |
| | | 0.10 | 7.65±0.14$^{y}$ | 96.71±0.08$^{d}$ | 5.27±0.00$^{P}$ | 32.62±0.01$^{i}$ | 12.92±0.14$^{zA}$ | 94.63±0.10$^{d}$ | 0.251±0.008$^{C}$ | 63.46±1.52$^{g}$ |
| | | 0.20 | 6.73±0.21$^{yzA}$ | 97.11±0.07$^{bcd}$ | 4.73±0.01$^{R}$ | 39.49±0.08$^{d}$ | 11.47±0.21$^{BC}$ | 95.23±0.05$^{bc}$ | 0.056±0.003$^{G}$ | 91.84±0.51$^{a}$ |
| | | 0.30 | 5.61±0.12$^{z}$ | 97.59±0.04$^{a}$ | 4.43±0.02$^{U}$ | 43.32±0.24$^{a}$ | 10.04±0.10$^{D}$ | 95.82±0.03$^{a}$ | 0.052±0.004$^{G}$ | 92.42±0.63$^{a}$ |

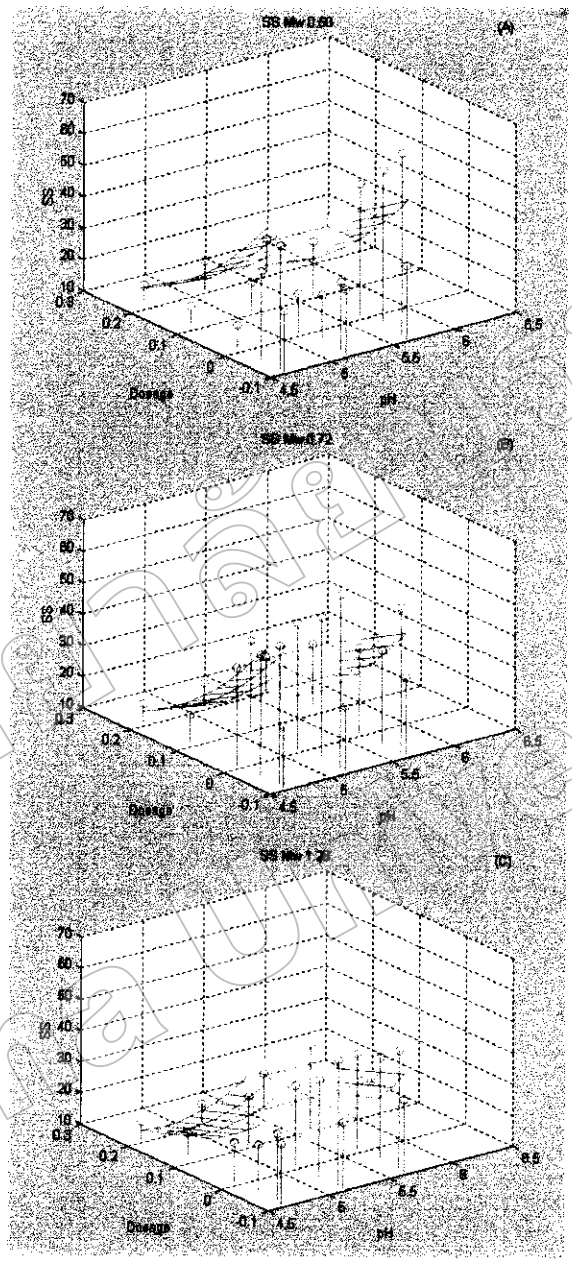
ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

| น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ($10^6$) Da | pH | ปริมาณไคโตซาน (g $L^{-1}$) | ค่าของแข็งแขวนลอย (mg $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งแขวนลอย * | ค่าของแข็งที่ละ ลายได้ทั้งหมด (mg $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด * | ค่าของแข็งทั้งหมด (mg $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งทั้งหมด * | ปริมาณโปรตีน (Lowry)(g $L^{-1}$) * | เปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry) * |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5.5 | 0.00 | 20.63±0.19$^{r}$ | 91.35±0.06$^{m}$ | 8.22±0.00$^{I}$ | 4.50±0.00$^{H}$ | 28.85±0.19$^{o}$ | 88.33±0.06$^{mn}$ | 0.634±0.006$^{de}$ | 10.32±1.6$^{z}$ |
| | | 0.01 | 22.42±0.14$^{op}$ | 90.60±0.10$^{o}$ | 6.80±0.00$^{u}$ | 20.94±0.00$^{u}$ | 29.22±0.13$^{o}$ | 88.17±0.11$^{n}$ | 0.449±0.002$^{st}$ | 36.50±0.72$^{P}$ |
| | | 0.05 | 15.57±0.15$^{u}$ | 93.47±0.08$^{k}$ | 6.36±0.00$^{A}$ | 26.05±0.00$^{m}$ | 21.93±0.15$^{s}$ | 91.12±0.09$^{l}$ | 0.388±0.003$^{w}$ | 45.09±0.47$^{l}$ |
| | | 0.10 | 12.68±0.21$^{v}$ | 94.68±0.06$^{i}$ | 6.31±0.00$^{D}$ | 26.63±0.01$^{i}$ | 18.99±0.21$^{t}$ | 92.31±0.05$^{hi}$ | 0.361±0.006$^{yz}$ | 48.96±0.70$^{ij}$ |
| | | 0.20 | 9.10±0.31$^{x}$ | 96.18±0.14$^{e}$ | 6.01±0.00$^{H}$ | 30.08±0.01$^{h}$ | 15.11±0.31$^{x}$ | 93.88±0.14$^{e}$ | 0.339±0.003$^{A}$ | 52.02±0.79$^{h}$ |
| | | 0.30 | 6.20±0.25$^{AB}$ | 97.40±0.10$^{ab}$ | 5.95±0.00$^{r}$ | 30.79±0.00$^{g}$ | 12.15±0.25$^{AB}$ | 95.08±0.09$^{bc}$ | 0.297±0.003$^{B}$ | 58.02±0.20$^{f}$ |
| | 6.0 | 0.00 | 22.8±90.28$^{o}$ | 90.77±0.24$^{no}$ | 9.21±0.00$^{c}$ | 2.88±0.00$^{J}$ | 32.11±0.28$^{m}$ | 87.54±0.27$^{p}$ | 0.626±0.005$^{ef}$ | 18.02±0.55$^{wx}$ |
| | | 0.01 | 38.27±1.36$^{h}$ | 84.58±0.55$^{y}$ | 8.32±0.00$^{h}$ | 12.28±0.01$^{D}$ | 46.59±1.36$^{e}$ | 81.92±0.54$^{v}$ | 0.638±0.003$^{a}$ | 16.45±0.35$^{xy}$ |
| | | 0.05 | 29.97±0.30$^{k}$ | 87.93±0.09$^{r}$ | 7.87±0.00$^{l}$ | 17.07±0.00$^{z}$ | 37.83±0.29$^{h}$ | 85.32±0.11$^{s}$ | 0.513±0.004$^{kl}$ | 32.85±0.91$^{rs}$ |
| | | 0.10 | 27.40±0.36$^{lm}$ | 88.96±0.12$^{q}$ | 7.72±0.00$^{n}$ | 18.58±0.01$^{x}$ | 35.13±0.36$^{i}$ | 86.37±0.14$^{q}$ | 0.507±0.004$^{im}$ | 33.68±0.96$^{rs}$ |
| | | 0.20 | 21.58±0.09$^{pqr}$ | 91.31±0.12$^{m}$ | 7.66±0.00$^{o}$ | 19.28±0.01$^{v}$ | 29.23±0.09$^{o}$ | 88.66±0.15$^{lm}$ | 0.480±0.007$^{op}$ | 37.13±1.10$^{qp}$ |
| | | 0.30 | 10.60±0.48$^{w}$ | 95.73±0.14$^{efg}$ | 7.50±0.00$^{r}$ | 20.94±0.00$^{u}$ | 18.10±0.48$^{tuv}$ | 92.98±0.11$^{fg}$ | 0.403±0.004$^{v}$ | 47.25±0.16$^{ik}$ |

a,b,c,.. A,B,C,.. หมายถึง อักษรในแนวตั้งเดียวกันต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* ตัวอย่างการคำนวณ แสดงได้ดังภาคผนวก ข -3 ถึง ข -1

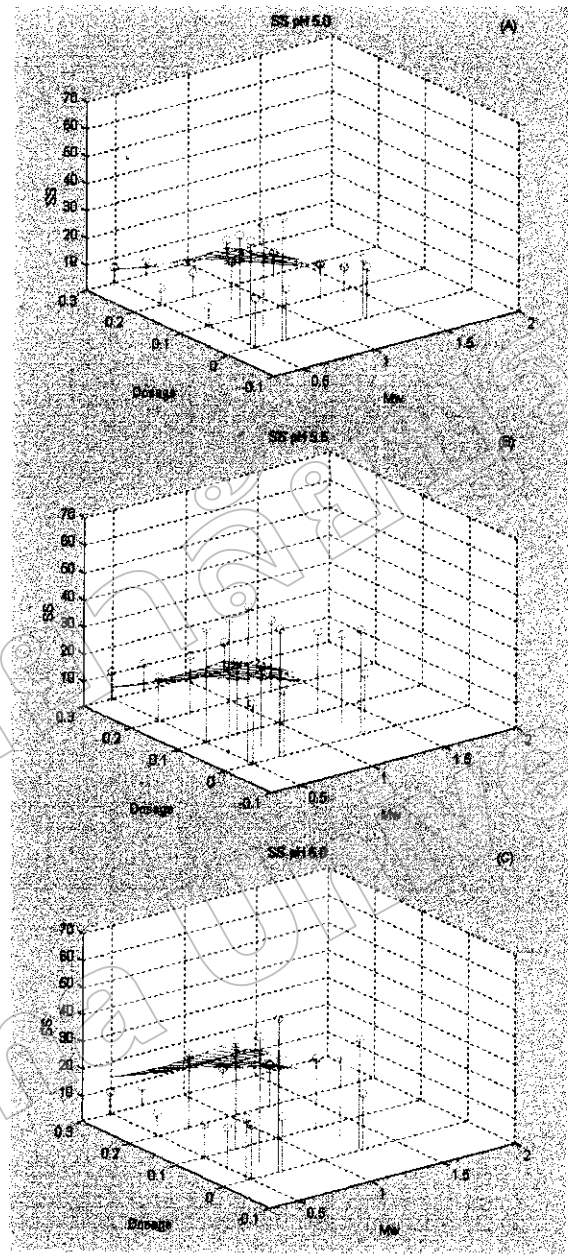
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 4-25 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อการลดลงของค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ A: 0.50 x10 $^{6}$ ดาลตัน B: 0.72 x10 $^{6}$ ดาลตัน และ C: 1.28 x10 $^{6}$ ดาลตัน

(กราฟหัวหมุด = ค่าจากการทดลอง, กราฟ Surface = ค่าจากการทำนาย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 4-26 ผลของปริมาณไคโตซาน และ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อการลดลงของค่าของแข็งแขวนลอย ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0 B: pH 5.5 และ C: pH 6.0 (กราฟหัวหมุด = ค่าจากการทดลอง, กราฟ Surface = ค่าจากการทำนาย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.2.1 เปอร์เซ็นต์การลดลงค่าของแข็งแขวนลอย

จากตารางที่ 4-9 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก จ-18) พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่าง 3 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าของแข็งแขวนลอยอยู่ในช่วง 97.59-77.95 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28\pm1.15\times10^6$ ดาลตัน pH 5.0 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร ทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งแขวนลอยมีค่าสูงสุดเป็น $97.59\pm0.04$ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ค่าไม่แตกต่างกับที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.72\pm1.00\times10^6$ ดาลตัน pH 5.0 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร และ ที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28\pm1.15\times10^6$ ดาลตัน pH 5.5 และ ปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50\pm0.18\times10^6$ ดาลตัน pH 6.0 ปริมาณไคโตซาน 0.01 กรัมต่อลิตร ทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งแขวนลอยมีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เป็น $77.95\pm 0.19$ เปอร์เซ็นต์

1.3 ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

ผลการนำค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจากการทดลอง มาทำนายค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้สมการที่ [3-2] เพื่อเปรียบเทียบกัน แสดงได้ดังภาพที่ 4-27 (ที่ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ) และ ภาพที่ 4-28 (ที่ pH ต่าง ๆ) และตารางภาคผนวก ช-14 (ค่าเปรียบเทียบจากการทดลองและค่าจากการทำนาย)

จากตารางที่ 4-9 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก จ-19) พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่าง 3 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 9.32-4.43 มิลลิกรัมต่อลิตร

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน $0.50\pm0.18\times10^6$ ดาลตัน pH 6.0 และปริมาณไคโตซาน 0.00 กรัมต่อลิตร ทำให้ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เป็น $9.32\pm 0.00$ มิลลิกรัมต่อลิตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28\pm1.15x10^6$ ดาลตัน pH 5.0 และปริมาณ 0.30 กรัมต่อลิตรทำให้ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) เป็น $4.43\pm 0.02$ มิลลิกรัมต่อลิตร

จากภาพที่ 4-27 พบว่าเมื่อน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเพิ่มขึ้นจาก $0.50\pm0.18x10^6$ ดาลตัน เป็น $1.28\pm1.15x10^6$ ดาลตัน ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าลดลงจาก $4.69\pm 0.02$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนาย เท่ากับ 5.17 มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็น $4.43\pm 0.02$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนาย เท่ากับ 4.55 มิลลิกรัมต่อลิตร)

จากภาพที่ 4-28 พบว่าเมื่อ pH เพิ่มขึ้นจาก 5.0 เป็น 6.0 ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นจาก $4.43\pm 0.02$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนาย เท่ากับ 4.55 มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็น $7.50\pm 0.00$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนาย เท่ากับ 7.34 มิลลิกรัมต่อลิตร)

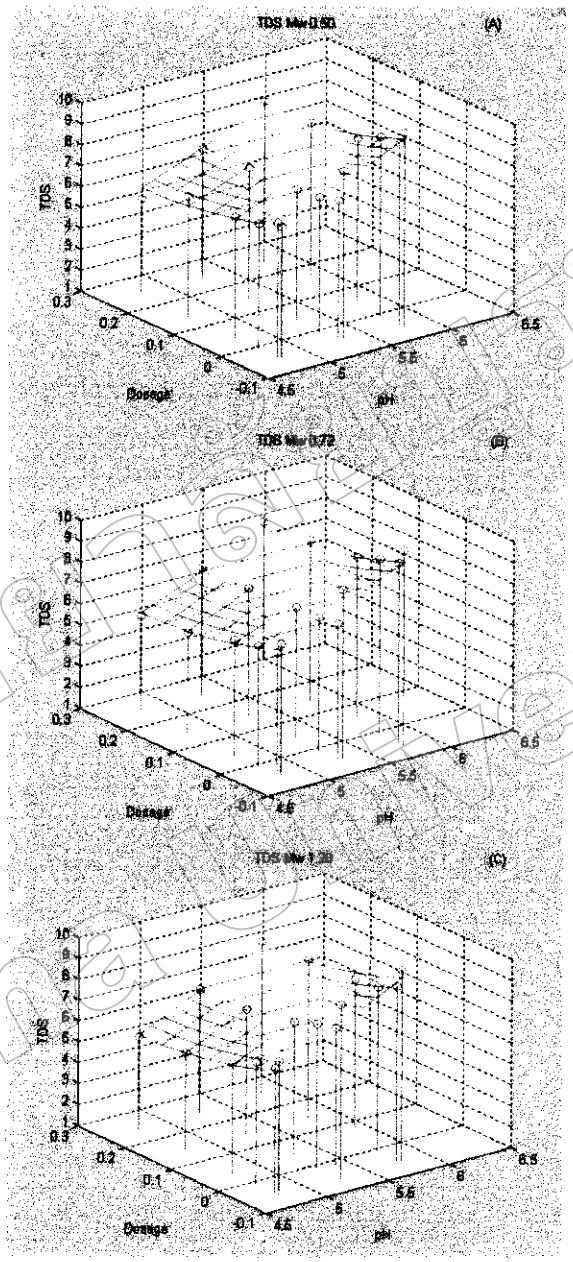
1.3.1 เปอร์เซ็นต์การลดลงค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

จากตารางที่ 4-9 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ซ-20) พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่าง 3 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 43.32-1.43 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28\pm1.15x10^6$ ดาลตัน pH 5.0 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร ทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) เป็น $43.32\pm0.02$ เปอร์เซ็นต์

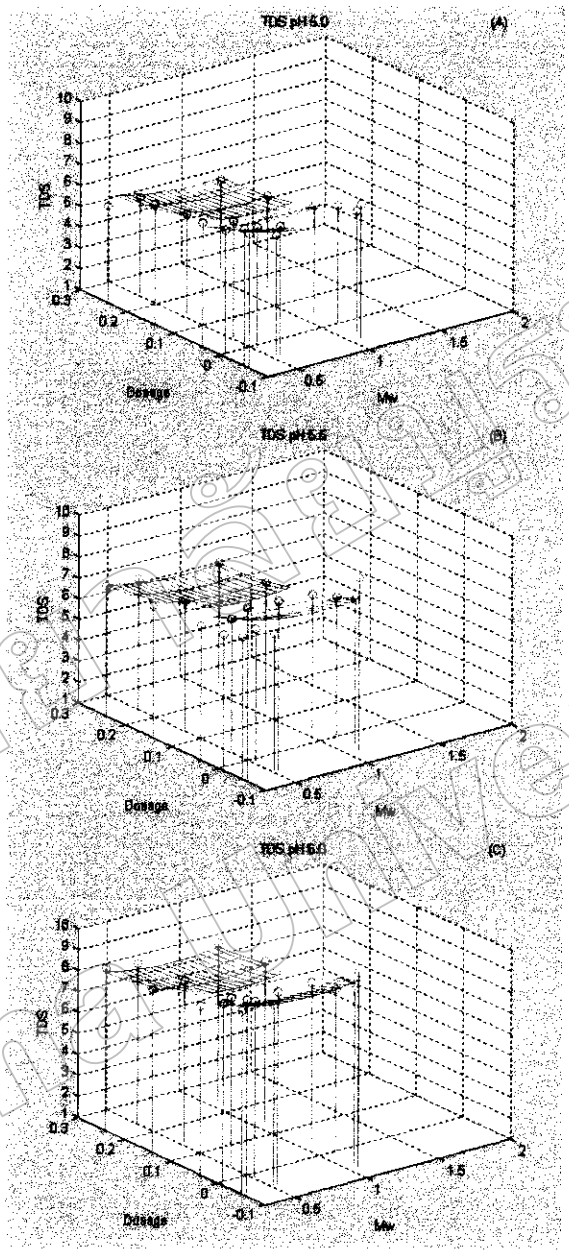
น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50\pm0.18x10^6$ ดาลตัน pH 6.0 ปริมาณ 0.00 กรัมต่อลิตร ทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เป็น $1.43\pm0.01$ เปอร์เซ็นต์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 4-27 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อการลดลงของค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ A: 0.50 x10 $^{6}$ ดาลตัน, B: 0.72 x10 $^{6}$ ดาลตัน และ C: 1.28 x x10 $^{6}$ ดาลตัน (กราฟหัวหมุด = ค่าจากการทดลอง, กราฟ Surface = ค่าจากการทำนาย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 4-28 ผลของปริมาณไคโตซาน และน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อการลดลงของค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการ ผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0 B: pH 5.5 และ C: pH 6.0 (กราฟหัวหมุด = ค่าจากการทดลอง, กราฟ Surface = ค่าจากการทำนาย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.4 ค่าของแข็งทั้งหมด

ผลการนำค่าของแข็งทั้งหมดจากการทดลอง มาทำนายค่าของแข็งทั้งหมด โดยใช้สมการที่ [3-2] เพื่อเปรียบเทียบกัน แสดงได้ดังภาพที่ 4-29 (ที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานต่าง ๆ) และ ภาพที่ 4-30 (ที่ pH ต่าง ๆ) และตารางภาคผนวก ช-15 (ค่าเปรียบเทียบจากการทดลองและค่าจากการทำนาย)

จากตารางที่ 4-8 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก จ-21) พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่าง 3 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซานต่อค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยค่าของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วง 66.76-10.04 มิลลิกรัมต่อลิตร

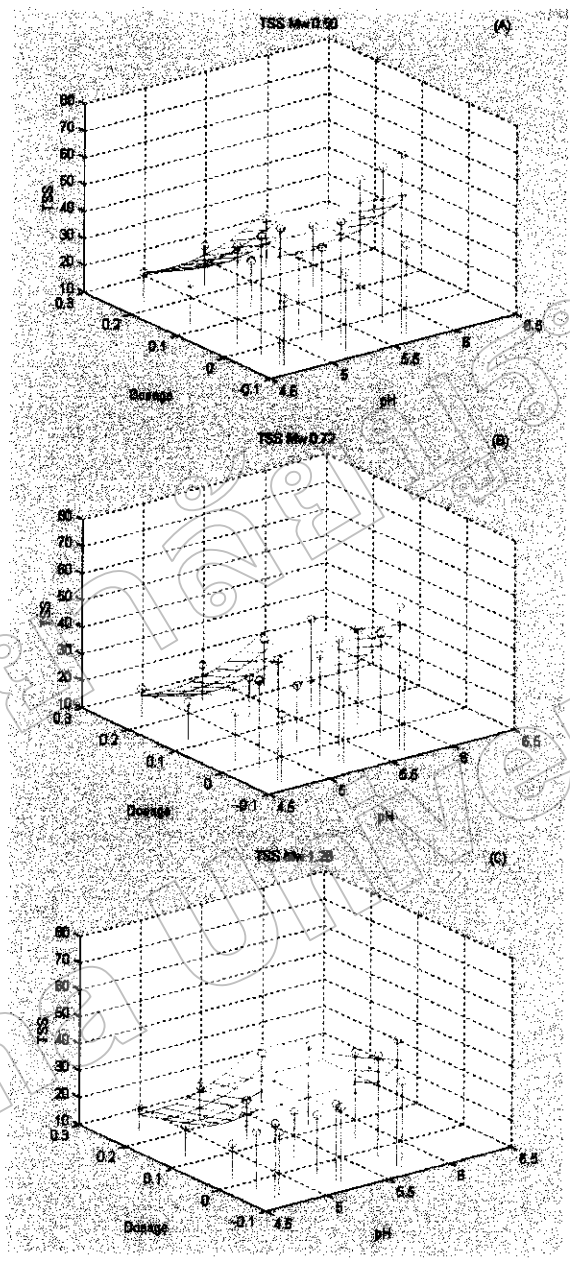
น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50\pm0.18\times10^6$ ดาลตัน pH 6.0 และปริมาณไคโตซาน 0.01 กรัมต่อลิตร ทำให้ของแข็งทั้งหมดมีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เป็น $66.76\pm0.90$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนาย เท่ากับ 51.15 มิลลิกรัมต่อลิตร)

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28\pm1.15\times10^6$ ดาลตัน pH 5.0 ปริมาณ 0.30 กรัมต่อลิตร ทำให้ของแข็งทั้งหมดมีค่าต่ำสุดเป็น $10.04\pm0.10$ มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งให้ค่าไม่แตกต่างกับน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.72\pm1.00\times10^6$ ดาลตัน pH 5.0 ปริมาณ 0.30 กรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

จากภาพที่ 4-29 พบว่าเมื่อน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเพิ่มขึ้นจาก $0.50\pm0.18\times10^6$ ดาลตัน เป็น $1.28\pm1.15\times10^6$ ดาลตัน ค่าของแข็งทั้งหมดมีค่าลดลงจาก $11.17\pm0.28$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนาย เท่ากับ $10.72\pm0.38$ มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็น $10.04\pm0.10$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนาย เท่ากับ 7.58 มิลลิกรัมต่อลิตร)

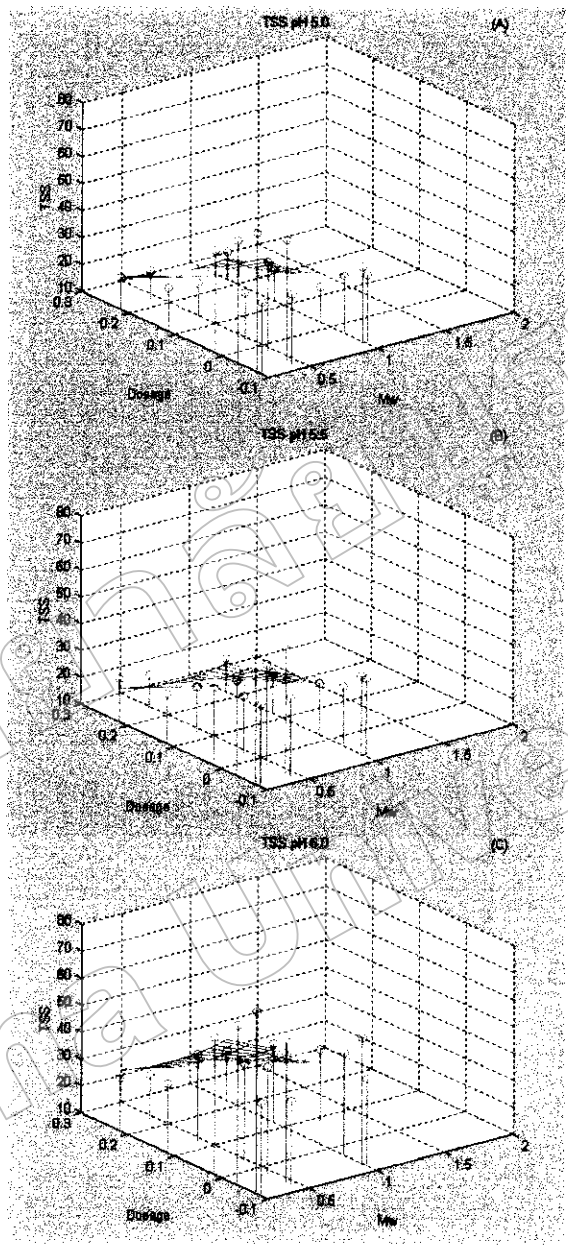
จากภาพที่ 4-30 พบว่าเมื่อ pH เพิ่มขึ้นจาก 5.0 เป็น 6.0 ค่าของแข็งทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นจาก $10.04\pm0.10$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนาย เท่ากับ 7.58 มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็น $18.10\pm0.48$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนาย เท่ากับ 22.47 มิลลิกรัมต่อลิตร)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 4-29 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อการลดลงของค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ A: 0.50 x10 $^{6}$ ดาลตัน B: 0.72 x10 $^{6}$ ดาลตัน และ C: 1.28 x10 $^{6}$ ดาลตัน
(กราฟหัวหมุด = ค่าจากการทดลอง, กราฟ Surface = ค่าจากการทำนาย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 4-30 ผลของปริมาณไคโตซาน และ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อการลดลงของค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0 (กราฟหัวหมุด = ค่าจากการทดลอง, กราฟ Surface = ค่าจากการทำนาย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.4.1 เปอร์เซ็นต์การลดลงค่าของแข็งทั้งหมด

จากตารางที่ 4-9 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก จ-22) พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่าง 3 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วง 95.82-75.53 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28\pm1.15x10^6$ ดาลตัน pH 5.0 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร ทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งทั้งหมดมีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เป็น $95.82\pm0.03$ เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50\pm0.18x10^6$ ดาลตัน pH 6.0 ปริมาณไคโตซาน 0.01 กรัมต่อลิตร ทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งทั้งหมดมีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เป็น $75.53\pm0.17$ เปอร์เซ็นต์

1.5 ปริมาณโปรตีน (Lowry)

ผลการนำค่าปริมาณโปรตีนจากการทดลอง มาทำนายค่าปริมาณโปรตีน โดยใช้สมการที่ [3-2] เพื่อเปรียบเทียบกัน แสดงได้ดังภาพที่ 4-31 (ที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ) และ ภาพที่ 4-32 (ที่ pH ต่าง ๆ) และตารางภาคผนวก ช-16 (ค่าเปรียบเทียบจากการทดลองและค่าจากการทำนาย)

จากตารางที่ 4-9 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก จ-23) พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่าง 3 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อปริมาณโปรตีนของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 0.671-0.052 กรัมต่อลิตร

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50\pm0.18x10^6$ ดาลตัน pH 6.0 และปริมาณไคโตซาน 0.00 กรัมต่อลิตร ทำให้ปริมาณโปรตีนมีค่าสูงสุดเป็น $0.671\pm0.010$ กรัมต่อลิตร ซึ่งให้ค่าไม่แตกต่างกับที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50\pm0.18x10^6$ ดาลตัน pH 5.5 และปริมาณไคโตซาน 0.00 กรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28\pm1.15x10^6$ ดาลตัน pH 5.0 ปริมาณ 0.30 กรัมต่อลิตร ทำให้ปริมาณโปรตีนมีค่าต่ำสุดเป็น $0.052\pm0.004$ กรัมต่อลิตร ซึ่งให้ค่าไม่แตกต่างกับที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28\pm1.15x10^6$ ดาลตัน pH 5.0 ปริมาณ 0.20 กรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากภาพที่ 4-31 พบว่าเมื่อน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเพิ่มขึ้นจาก $0.50\pm0.18\times10^{6}$ ดาลตัน เป็น $1.28\pm1.15\times10^{6}$ ดาลตัน ปริมาณโปรตีนมีค่าลดลงจาก 0.101± 0.004 กรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนาย เท่ากับ 0.205 กรัมต่อลิตร) เป็น 0.052± 0.004 กรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนาย เท่ากับ 0.028 กรัมต่อลิตร)

จากภาพที่ 4-32 พบว่าเมื่อ pH เพิ่มขึ้นจาก 5.0 เป็น 6.0 ปริมาณโปรตีนมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.052±0.004 กรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนาย เท่ากับ 0.028 กรัมต่อลิตร) เป็น 0.403± 0.004 กรัมต่อลิตร (ค่าจากการทำนาย เท่ากับ 0.426 กรัมต่อลิตร)

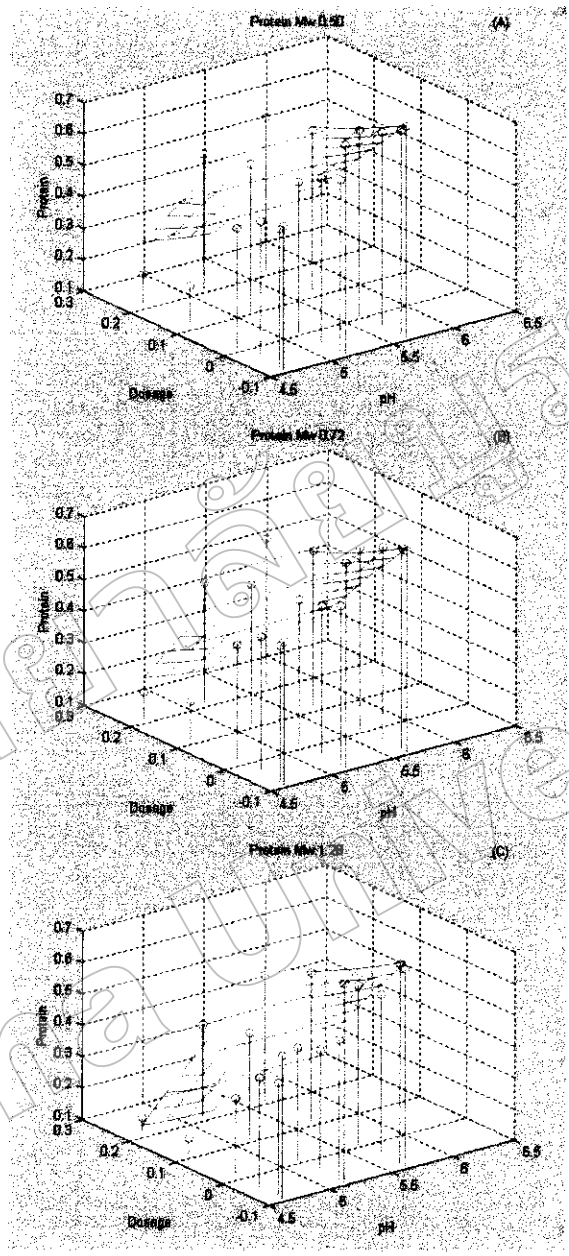
1.5.1 เปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณโปรตีน

จากตารางที่ 4-9 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก จ-24) พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่าง 3 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณโปรตีนของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 92.42-7.99 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28\pm1.15\times10^{6}$ ดาลตัน pH 5.0 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร ทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณโปรตีนมีค่าสูงสุดเป็น 92.42±0.63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ค่าไม่แตกต่างกับที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28\pm1.15\times10^{6}$ ดาลตัน pH 5.0 และปริมาณไคโตซาน 0.20 กรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p\geq 0.05$)

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50\pm0.18\times10^{6}$ ดาลตัน pH 6.0 ปริมาณ 0.00 กรัมต่อลิตร ทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณโปรตีนมีค่าต่ำสุดเป็น 7.99±0.86 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ค่าไม่แตกต่างกับที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50\pm0.18\times10^{6}$ ดาลตัน pH 5.5 และปริมาณไคโตซาน 0.00 กรัมต่อลิตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p\geq 0.05$)

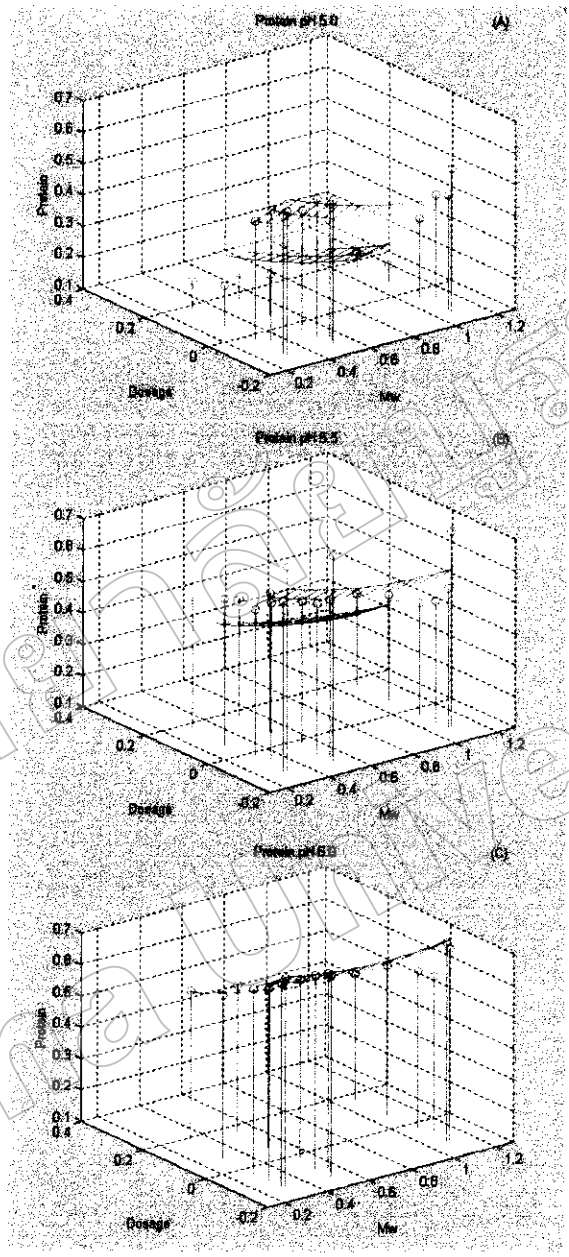
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 4-31 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อการลดลงของปริมาณโปรตีนของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ A: 0.50 x10 $^{6}$ ดาลตัน B: 0.72 x10 $^{6}$ ดาลตัน และ C: 1.28 x10 $^{6}$ ดาลตัน

(กราฟหัวหมุด = ค่าจากการทดลอง, กราฟ Surface = ค่าจากการทำนาย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 4-32 ผลของปริมาณไคโตซาน และ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อการลดลงของปริมาณโปรตีนของน้ำทิ้งจากกระบวนการ ผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5และ C: pH 6.0 (กราฟหัวหมุด = ค่าจากการทดลอง; กราฟ Surface = ค่าจากการทำนาย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

**2. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของส่วนตะกอน**

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของส่วนตะกอน โดยนำตัวอย่างส่วนตะกอนของตัวอย่างที่ได้จากการศึกษาในการทดลองจาร์เทส มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ปริมาณโปรตีน (Kjeldahl)

ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อปริมาณโปรตีน (Kjeldahl) แสดงได้ดังตารางที่ 4-10 และภาพที่ 4-33

จากตารางที่ 4-10 (ภาพที่ 4-33) และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก จ-25) พบว่าเมื่อน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 49.42-46.72 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28 \pm 1.15 \times 10^6$ ดาลตัน ทำให้ปริมาณโปรตีนมีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เป็น $49.42 \pm 0.30$ เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50 \pm 0.18 \times 10^6$ ดาลตัน ทำให้ปริมาณโปรตีนมีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เป็น $46.72 \pm 0.38$ เปอร์เซ็นต์

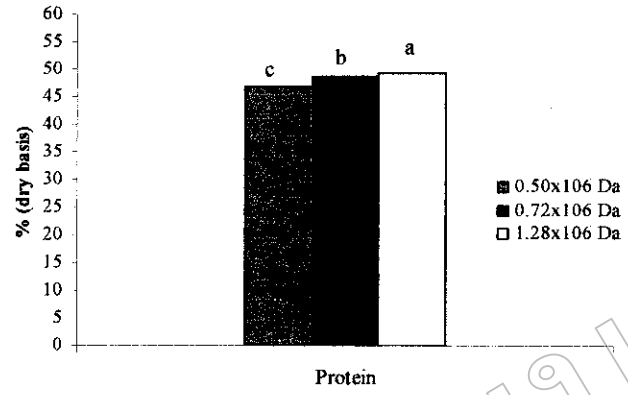
ตารางที่ 4-10 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อปริมาณโปรตีน (Kjeldahl) ของส่วนตะกอน (แสดงในรูปค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

| น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ($10^6$) ดาลตัน | องค์ประกอบทางเคมี |
|---|---|
| | ปริมาณโปรตีน*(เปอร์เซ็นต์) |
| 0.50 | $46.72 \pm 0.38^{c}$ |
| 0.72 | $48.70 \pm 0.30^{b}$ |
| 1.28 | $49.42 \pm 0.30^{a}$ |

$^{a,b,c}$ หมายถึง อักษรในแนวตั้งเดียวกันต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$)

* ตัวอย่างการคำนวณ แสดงได้ดังภาคผนวก ข -7

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 4-33 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อปริมาณโปรตีน (Kjeldahl) ของส่วนตะกอน

2.2 ปริมาณเถ้า

ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานต่อปริมาณเถ้าแสดงได้ดังจากตารางที่ 4-11 และภาพที่ 4-34

จากตารางที่ 4-11 (ภาพที่ 4-34) และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก จ-26) พบว่าเมื่อน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยปริมาณเถ้าอยู่ในช่วง 4.09-2.92 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $1.28 \pm 1.15 \times 10^6$ ดาลตัน ทำให้ปริมาณเถ้ามีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เป็น $4.09 \pm 0.08$ เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น $0.50 \pm 0.18 \times 10^6$ ดาลตัน ทำให้ปริมาณเถ้ามีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เป็น $2.92 \pm 0.05$ เปอร์เซ็นต์

**3. วิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าจากการทดลองและค่าจากการทำนาย**

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าจากการทดลองและค่าจากการทำนายแสดงได้ดังตารางที่ 4-12

จากตารางที่ 4-12 พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าความข้น ($r = 0.58333$, $p < 0.05$), ค่า n ($r = 0.67064$, $p < 0.05$), ค่าของแข็งแขวนลอย ($r = 0.82838$, $p < 0.05$), ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($r = 0.96198$, $p < 0.05$), ค่าของแข็งทั้งหมด ($r = 0.85109$, $p<0.05$) และปริมาณโปรตีน ($r = 0.94090$, $p<0.05$) จากการทดลองและค่าจากการทำนาย มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก

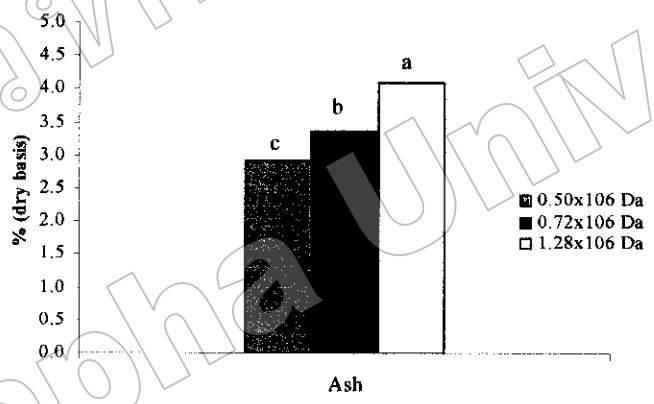
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-11 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อ และปริมาณเถ้าของส่วนตะกอน แสดงในรูปค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

| น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน($10^6$) ดาลตัน | ปริมาณเถ้า* (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) |
|---|---|
| 0.50 | $2.92\pm0.05^{c}$ |
| 0.72 | $3.37\pm0.07^{b}$ |
| 1.28 | $4.09\pm0.08^{a}$ |

$^{a,b,c}$ หมายถึง อักษรในแนวตั้งเดียวกันต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* ตัวอย่างการคำนวณ แสดงได้ดังภาคผนวก ข -8




ภาพที่ 4-34 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อปริมาณเถ้าของส่วนตะกอน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-12 สหสัมพันธ์ (*r*) ระหว่างค่าจากการทดลองและค่าจากการทำนาย

| | NTU | NTUCal | n | nCal | SS | SSCal | TDS | TDSCal | TSS | TSSCal | Protein | ProteinCal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NTU | 1.000 | 0.583* | | | | | | | | | | |
| NTUCal | 0.583* | 1.000 | | | | | | | | | | |
| n | | | 1.000 | 0.670* | | | | | | | | |
| nCal | | | 0.670* | 1.000 | | | | | | | | |
| SS | | | | | 1.000 | 0.828* | | | | | | |
| SSCal | | | | | 0.828* | 1.000 | | | | | | |
| TDS | | | | | | | 1.000 | 0.961* | | | | |
| TDSCal | | | | | | | 0.961* | 1.000 | | | | |
| TSS | | | | | | | | | 1.000 | 0.851* | | |
| TSSCal | | | | | | | | | 0.851* | 1.000 | | |
| Protein | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.940* |
| ProteinCal | | | | | | | | | | | 0.940* | 1.000 |

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University