# เอกสารอ้างอิง


1. ทองดี ศรีกุลศศิธร, 2552, "Soy ink หมึกพิมพ์น้ำมันถั่วเหลือง", **วารสารการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์,** ปีที่ 21, ฉบับที่ 91, หน้า 31-33.

2. Srinivasa, P.C., R. Ravi, and R.N. Tharanathan, 2007, "Effect of Storage Conditions on The Tensile Properties of Eco-Friendly Chitosan Films by Response Surface Methodology", **Journal of Food Engineering**, Vol.80, pp. 184-189.

3. Folkes, M.J. and Hope, 1993, **P.S. Polymer Blends and Alloys**, New York.

4. อุดมศักดิ์ พาลี, 2544, **ผลของอัตราส่วนผสมต่อการดูดซึมน้ำ สมบัติเชิงกลและสมบัติทางความร้อนของพอลิเมอร์ผสมระหว่างไนลอน 6 และพอลิโพรพิลีนโคพอลิเมอร์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

5. รังรอง ยกส้าน, อำพร เสน่ห์ และน้ำฝน ลำดับวงศ์, **พลาสติกชีวฐานจากพืชเศรษฐกิจไทย** [Online] Available : http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch52/03-foods/rungrong/food_00.html [7 กรกฎาคม 2554].

6. **ประเภทของพลาสติกย่อยสลายได้** [Online] Available : http://www2.mtec.or.th/th/special/biodegradable_plastic/type_de_plas.html [7 กรกฎาคม 2554].

7. **มาตรฐานพลาสติกชีวภาพของเราและโลก** [Online] Available : http://www.innookcard.com/webboard/index.php?topic=504.0 [7 กรกฎาคม 2554].

8. **พลาสติก - การหาระดับการแตกเป็นส่วนของพลาสติก ภายใต้สภาวะ การหมักทางชีวภาพที่กำหนดในการทดสอบระดับต้นแบบ** [Online] Available : http://siweb.dss.go.th/standard/rachakitja/show_kitja.asp?Article_ID=2244 [6 มกราคม 2555].

9. วรวุฒิ ระกิติ และประกิต สุขใย, **คู่มือการจัดตั้งห้องปฏิบัติการการย่อยสลายทางชีวภาพ** [Online] Available : http://www.nia.or.th/bioplastics/bsm/pdf_files/4_f.pdf [6 มกราคม 2555].

10. **Concerning Testing Methods Required for Listing on the PL** [Online] Available : http://www.jbpaweb.net/english/g-b-4.pdf [6 มกราคม 2555].

11. ลี่นา จารุเธียร, 2542, **เอกสารสอนชุดวิชาการวัสดุการพิมพ์ หน่วยที่ 1-8**, สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี, หน้า 1-30.

12. อุรวิศ ตั้งกิจวิวัฒน์, **Printing Ink**, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, หน้า 22 – 24, 76 – 82.

13. เกรียงไกร จงจิตต์สุข และกฤติยา อิสมาแอล, 2546, **การผลิตหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำมันถั่วเหลือง**,โครงงานปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 47 – 49.

15. Kriangsak Tangputtithada, **Printing Inks for Biodegradable Packaging**, บริษัท ซิกเวอร์ค โฮลดิ้ง (ประเทศไทย) จำกัด.

16. สุรีย์รัตน์ หัตถะผาสุ, สุวิมล แซ่จึง และอรวรรณ แก่งมงคล, 2551, **การพัฒนาพอลิเมอร์ผสมที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพเพื่อเป็นวัสดุสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์**, โครงงานปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

17. ธนาวดี ลี้จากภัย, นุกูล เอื้อพันธเศรษฐ, ก้องเกียรติ คงสุวรรณ, โยษิตา ฤดีกิจ และภักดี รัตนจันทร์, **การศึกษาการย่อยสลายของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพโดยใช้จุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน,** ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.

18. จิรโรจน์ ประดิษฐ์เจริญกุล, ทศพล อนันตกุลนธี และธนาวุฒิ เจริญสมบัติ, 2549, **การปรับปรุงสมบัติการแห้งตัวของหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำมันถั่วเหลือง**, โครงงานหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

19. จิรเชษฐ์ เสงี่ยม และวุฒิ ฉินกมลทอง, 2543, **ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการยึดติดของหมึกพิมพ์กราเวียร์บนฟิล์มพลาสติกพอลิเอทิลีนฟิล์มพลาสติกพอลิโพพิลีนที่ไม่ได้ทำการระเบิดผิว**, โครงงานปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

20. เจนจิรา พึ่งโคกสูง และสร้อยมณี นิ่มนวล, 2552, **การย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และคุณสมบัติทางการพิมพ์ของหมึกจากน้ำมันถั่วเหลือง บนแผ่นฟิล์มย่อยสลายได้ทางชีวภาพ,** โครงงานปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

21. สมพร ชัยอารีย์กิจ, กุนทินี สุวรรณกิจ, สิริวรรณ พัฒนาฤดี และกัลยา เชิดหิรัญกร, 2551, บรรจุภัณฑ์กระดาษน้ำมันปาล์ม, **รายงานโครงการวิจัย สำหรับปีงบประมาณ พ.ศ. 2551**, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

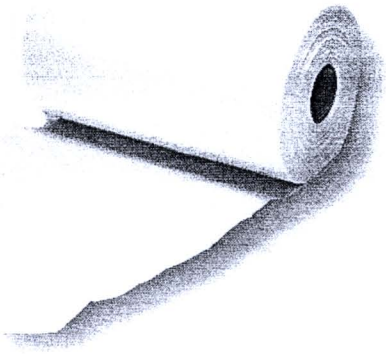
22. Anne L. Morkbak, Peter Degn and Wolfgang Zimmermann, 1999, "Deinking of soy bean oil based ink printed paper with lipases and a neutral surfactant", **Journal of Food Biotechnology,** Vol.67, pp. 229 – 236.

23. ภณิดา ฤทธิมาศ และอรัญ หาญสืบสาย, 2552, **ผลของการพิมพ์ต่อความปลอดภัยของขวดน้ำดื่มพอลิเอทิลีน**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพถ่าย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

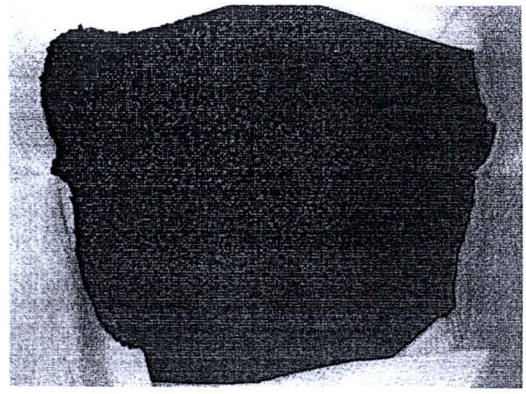
24. คทายุทธ์ เลิศวิศวกร พงศ์ธร เลิศศิริวรกุลและ อรทัย อยู่สวัสดิ์, 2550, **การศึกษาสารยึดชนิดแป้งมันสำปะหลังผสมพอลิไวนิลไพโรลิโดน สำหรับหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟี**, โครงงานปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

# ภาคผนวก ก.

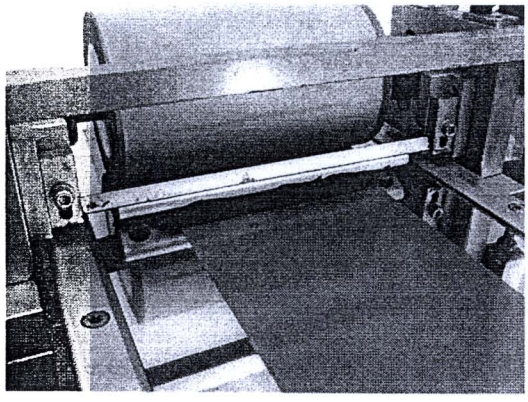
วัสดุและอุปกรณ์



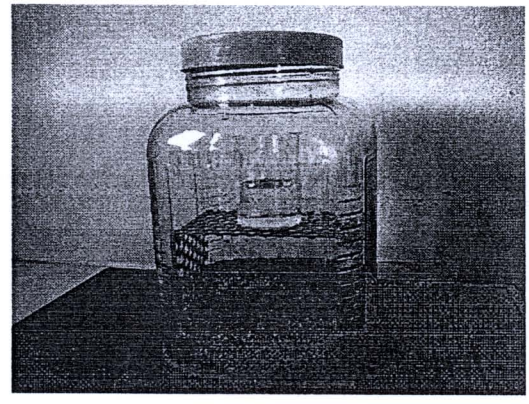
**รูปที่ ก.1** พลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ



**รูปที่ ก.2** ดินสวน

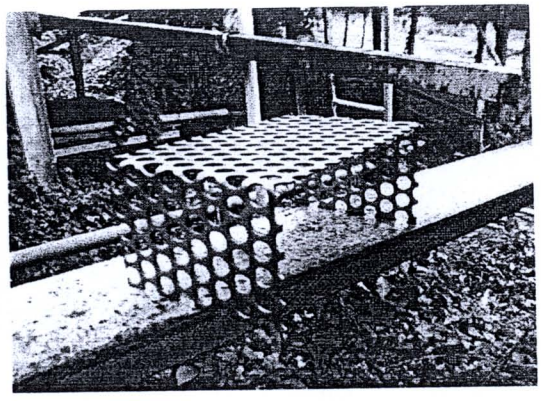


**รูปที่ ก.3** เครื่องทดสอบการพิมพ์หมึกเหลว (RK Printing Proofer)



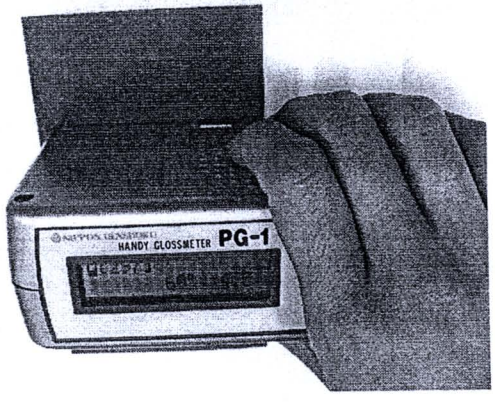
**รูปที่ ก.4** โหลแก้วทดสอบพร้อมฝาปิด

**รูปที่ ก.5** ตะแกรงร่อนดิน (Sieve เบอร์ 10)



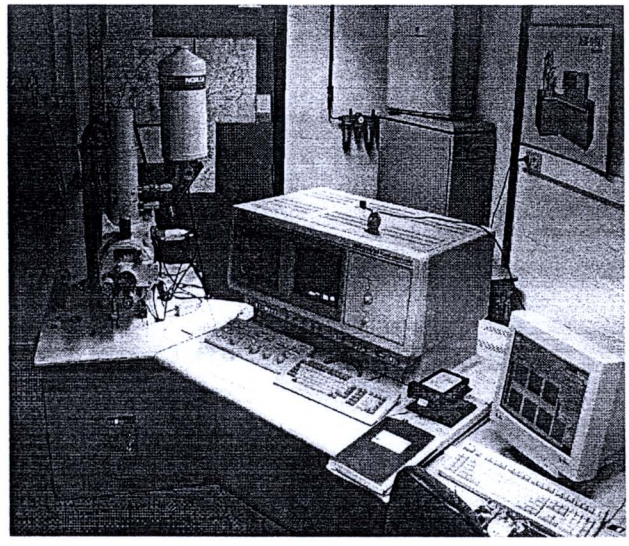
**รูปที่ ก.6** ตะแกรงเหล็กสำหรับวางรองบีกเกอร์

**รูปที่ ก.7** เครื่อง Densitometer

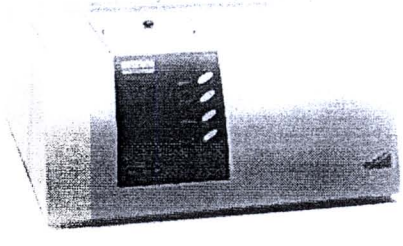



**รูปที่ ก.8** เครื่อง Gloss Meter

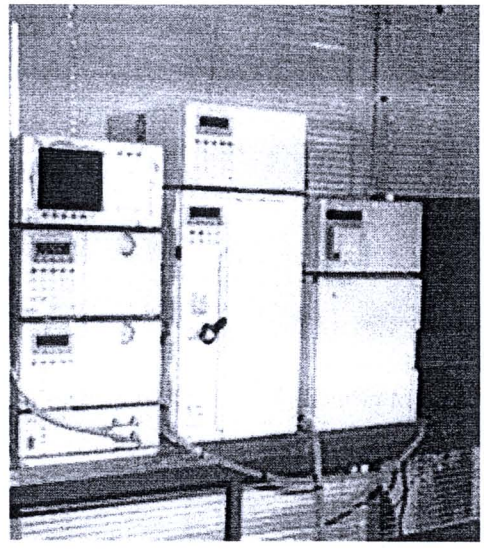
รูปที่ ก.9 เครื่องทดสอบการขัดถู



**รูปที่ ก.10** เครื่องScanning Electron Microscope



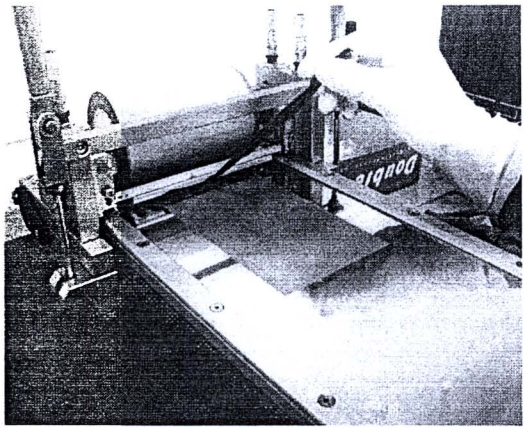
**รูปที่ ก.11** เครื่องDSC 204 F1 Phoenix



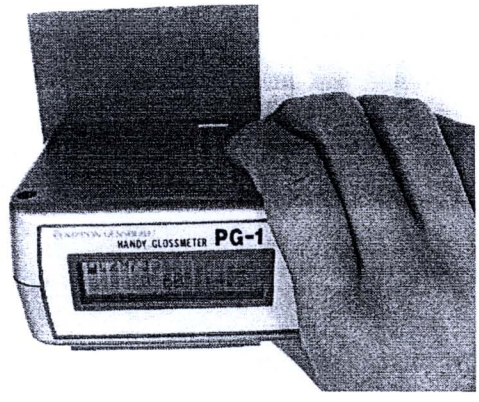
**รูปที่ ก.12** เครื่อง GPC

# ภาคผนวก ข.

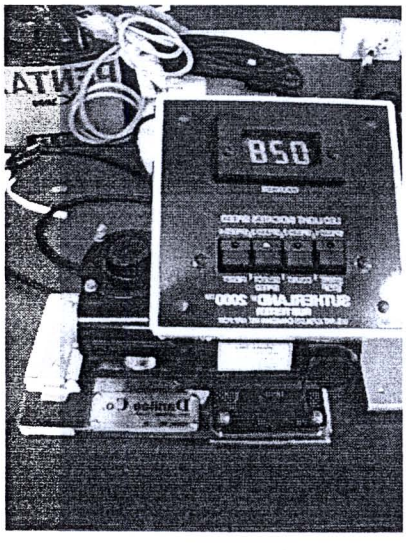
ภาพถ่ายจากการวิจัย



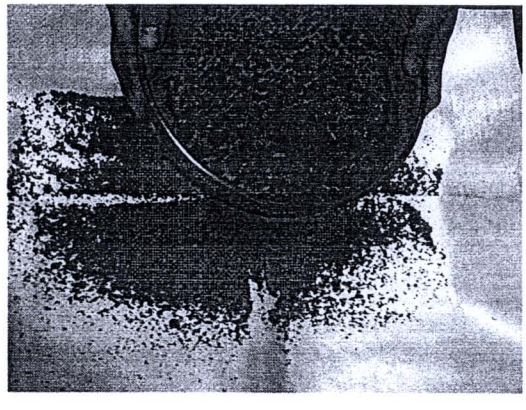
**รูปที่ ข.1** ทดสอบพิมพ์



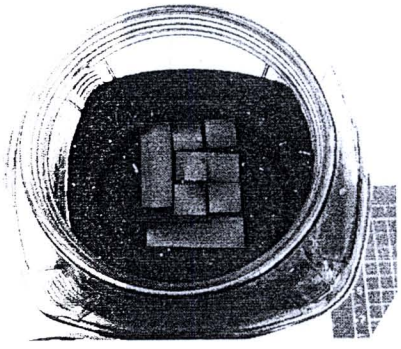

**รูปที่ ข.2** วัดค่าความมันเงา




**รูปที่ ข.3** ทดสอบความทนทานต่อการขัดถู
(RK Printing Proofer)



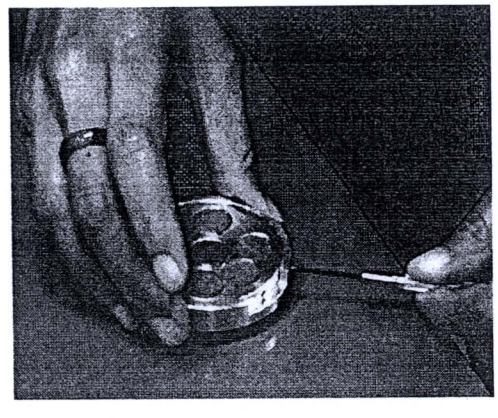
**รูปที่ ข.4** ร่อนดิน



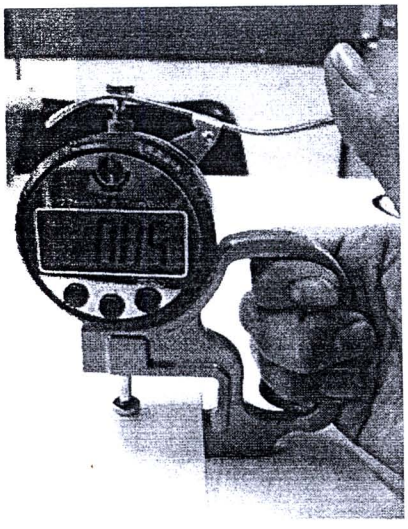
รูปที่ ข.5 วางชิ้นทดสอบเตรียมฝัง

**รูปที่ ข.6** ฝังชิ้นทดสอบ

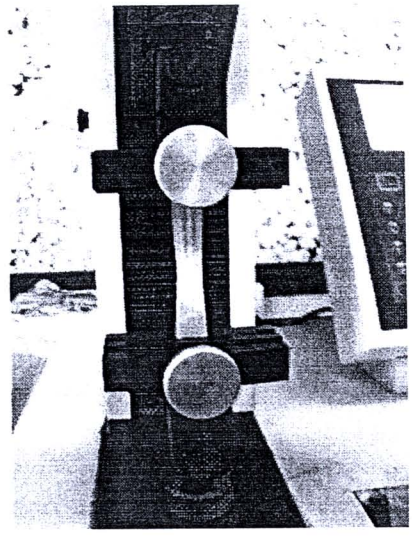
รูปที่ ข.7 ปิดคลุมกันแสง



**รูปที่ ก.8** ตัดชิ้นพลาสติกไปถ่ายภาพด้วยเครื่อง SEM

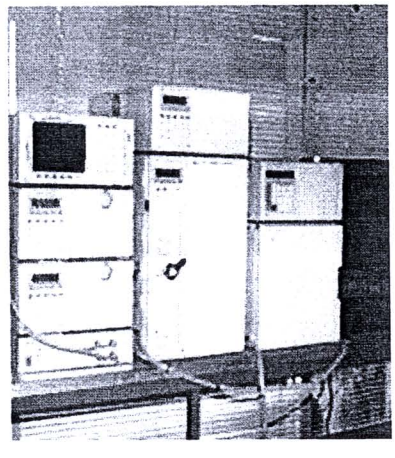


**รูปที่ ข.9** วัดค่าความหนาของพลาสติก



**รูปที่ ข.10** ทดสอบความต้านการแรงดึง

**รูปที่ ข.11** ทดสอบหาจุดหลอมเหลว



**รูปที่ ข.12** ทดสอบหาน้ำหนักโมเลกุล

# ภาคผนวก ค.

ตารางแสดงค่าการทดสอบพิมพ์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

**ตารางที่ ค.1** แสดงค่าความหนืดของหมึกพิมพ์

| ชนิดของหมึกพิมพ์ | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Petroleum Ink | 17.84 | 17.90 | 17.79 | 17.84 |
| Soy Ink | 14.62 | 14.68 | 14.70 | 14.67 |
| Nitrocellulose Ink | 18.26 | 18.28 | 18.32 | 18.29 |

**ตารางที่ ค.2** แสดงค่าความดำของชั้นหมึกพิมพ์บนพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

| **Sample** | **ครั้งที่ 1** | **ครั้งที่ 2** | **ครั้งที่ 3** | **ครั้งที่ 4** | **ครั้งที่ 5** | **ค่าเฉลี่ย** | **SD.** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BF/PI | 1.57 | 1.55 | 1.49 | 1.45 | 1.57 | 1.53 | 0.05 |
| BF/SI | 1.47 | 1.49 | 1.50 | 1.46 | 1.47 | 1.48 | 0.02 |
| BF/NI | 2.00 | 2.07 | 2.05 | 1.97 | 2.09 | 2.04 | 0.05 |

**ตารางที่ ค.3** แสดงค่าความมันเงาของหมึกจากปิโตรเลียม หมึกจากน้ำมันถั่วเหลือง และหมึกจากไนโตรเซลลูโลส บนพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

| **Sample** | **ครั้งที่ 1** | **ครั้งที่ 2** | **ครั้งที่ 3** | **ค่าเฉลี่ย** |
|---|---|---|---|---|
| BF/PI | 4.2 | 4.5 | 4.6 | 4.4 |
| BF/SI | 8.8 | 8.8 | 8.6 | 8.7 |
| BF/NI | 4.7 | 4.6 | 4.7 | 4.7 |

# ภาคผนวก ง.

ตารางแสดงค่าการทดสอบการย่อยสลายของฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่พิมพ์ด้วยหมึก และวาร์นิชชนิดต่างกัน

**ตารางที่ ง.1** แสดงค่าความหนาของพลาสติกชีวภาพที่พิมพ์และไม่พิมพ์เปรียบเทียบฝังและไม่ฝังดิน

| Sample | ไม่ฝังดิน (mm) | | | | ฝังดิน (mm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย |
| BF | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.083 |
| BF/PI | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.070 |
| BF/SI | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.09 | 0.093 |
| BF/NI | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.083 |

**ตารางที่ ง.2** แสดงค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) ของพลาสติกที่พิมพ์และไม่พิมพ์ ที่ไม่ฝังดิน

| ตัวอย่าง | **Tensile strength (MPa) ไม่ฝังดิน** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | แนว MD | | | | แนว CD | | | |
| | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย |
| BF | 9.7 | 9.7 | 9.8 | 9.73 | 8.89 | 8.88 | 8.91 | 8.89 |
| BF/SI | 10.14 | 10.11 | 10.11 | 10.12 | 9.2 | 9.21 | 9.16 | 9.19 |
| BF/NI | 11.37 | 11.35 | 11.34 | 11.35 | 9.95 | 9.9 | 9.93 | 9.93 |
| BF/PI | 10.07 | 10.1 | 10.09 | 10.09 | 8.94 | 8.99 | 9.07 | 9.00 |

**ตารางที่ ง.3** แสดงค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) ของพลาสติกที่พิมพ์และไม่พิมพ์ที่ฝังดิน

| ตัวอย่าง | Tensile strength (MPa) ฝังดิน | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | แนว MD | | | | แนว CD | | | |
| | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย |
| BF | 7.47 | 7.48 | 7.42 | 7.46 | 7.78 | 7.83 | 7.71 | 7.77 |
| BF/SI | 8.03 | 8.08 | 8.15 | 8.09 | 8.64 | 8.64 | 8.59 | 8.62 |
| BF/NI | 9.28 | 9.3 | 9.26 | 9.28 | 9.4 | 9.37 | 9.38 | 9.38 |
| BF/PI | 9.77 | 9.75 | 9.73 | 9.75 | 8.77 | 8.78 | 8.71 | 8.75 |

**ตารางที่ ง.4** แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ของพลาสติกที่พิมพ์และไม่พิมพ์ ที่ไม่ฝังดิน

| ตัวอย่าง | เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%Elongation) ไม่ฝังดิน | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | แนว MD | | | | แนว CD | | | |
| | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย |
| BF | 335.5 | 344.8 | 342.25 | 340.85 | 282.82 | 282.87 | 283 | 282.90 |
| BF/SI | 399.56 | 399.76 | 399.89 | 399.74 | 310 | 310.7 | 309 | 309.90 |
| BF/NI | 464.2 | 464 | 464.31 | 464.17 | 373.89 | 373.45 | 372 | 373.11 |
| BF/PI | 399.07 | 399.3 | 399.22 | 399.20 | 299 | 299.81 | 301.1 | 299.97 |

**ตารางที่ ง.5** แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ของพลาสติกที่พิมพ์และไม่พิมพ์ ที่ฝังดิน

| ตัวอย่าง | เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%Elongation) ฝังดิน | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | แนว MD | | | | แนว CD | | | |
| | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย |
| BF | 209.91 | 210 | 207.9 | 209.27 | 220.4 | 221 | 220 | 220.47 |
| BF/SI | 231 | 231.25 | 233 | 231.75 | 273.65 | 274 | 273 | 273.55 |
| BF/NI | 309.63 | 310.8 | 309 | 309.81 | 308.2 | 308 | 308.15 | 308.12 |
| BF/PI | 324.37 | 324 | 324 | 324.12 | 269 | 269.1 | 268.3 | 268.80 |

**ตารางที่ ง.6** แสดงค่าความหนาของพลาสติกชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิชที่ผลิตจากวัตถุดิบต่างชนิดกัน ที่ไม่ฝังดินและฝังดิน

| Sample | ไม่ฝังดิน (mm) | | | | ฝังดิน (mm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย |
| BF | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.060 | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.087 |
| BF/PV | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.063 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.073 |
| BF/SV | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.073 | 0.10 | 0.09 | 0.10 | 0.097 |
| BF/NV | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.070 | 0.09 | 0.08 | 0.09 | 0.087 |

**ตารางที่ ง.7** แสดงค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) ของพลาสติกที่เคลือบและไม่เคลือบที่ไม่ฝังดิน

| ตัวอย่าง | Tensile strength (MPa) ไม่ฝังดิน | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | แนว MD | | | | แนว CD | | | |
| | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย |
| BF | 9.66 | 9.59 | 9.72 | 9.66 | 8.92 | 8.94 | 8.92 | 8.93 |
| BF/SV | 9.9 | 9.86 | 9.82 | 9.86 | 8.95 | 8.95 | 8.96 | 8.95 |
| BF/NV | 11.31 | 11.35 | 11.26 | 11.31 | 8.9 | 8.89 | 8.88 | 8.89 |
| BF/PV | 9.73 | 9.77 | 9.74 | 9.75 | 8.99 | 8.95 | 8.9 | 8.95 |

**ตารางที่ ง.8** แสดงค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) ของพลาสติกที่เคลือบและไม่เคลือบที่ฝังดิน

| ตัวอย่าง | Tensile strength (MPa) ฝังดิน | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | แนว MD | | | | แนว CD | | | |
| | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย |
| BF | 7.45 | 7.43 | 7.40 | 7.43 | 7.67 | 7.67 | 7.67 | 7.67 |
| BF/SV | 7.70 | 7.73 | 7.75 | 7.73 | 8.00 | 8.02 | 8.03 | 8.02 |
| BF/NV | 9.15 | 9.11 | 9.07 | 9.11 | 9.16 | 9.17 | 9.17 | 9.17 |
| BF/PV | 9.45 | 9.42 | 9.40 | 9.42 | 8.76 | 8.76 | 8.75 | 8.76 |

**ตารางที่ ง.9** แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ของพลาสติกที่เคลือบและไม่เคลือบ ที่ไม่ฝังดิน

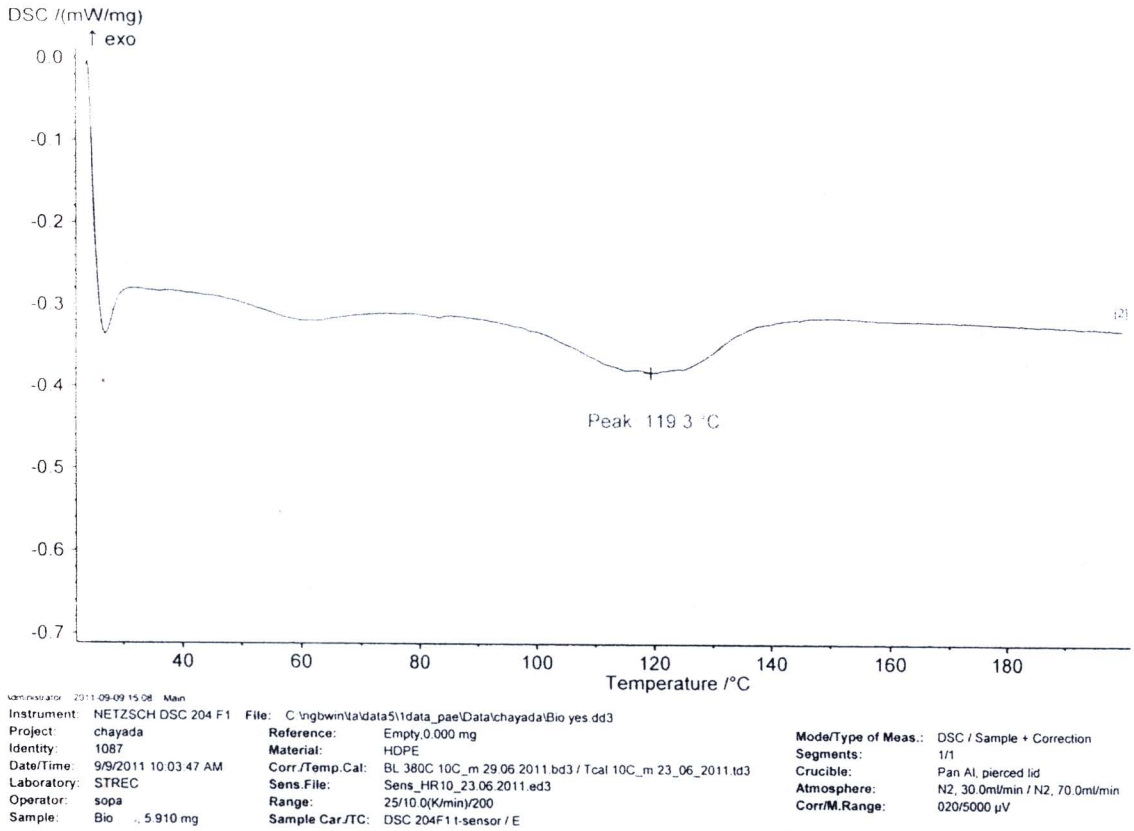
| ตัวอย่าง | เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%Elongation) ไม่ฝังดิน | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | แนว MD | | | | แนว CD | | | |
| | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย |
| BF | 331.26 | 331.38 | 331.5 | 331.38 | 281.33 | 281.32 | 281.32 | 281.32 |
| BF/SV | 362.2 | 362.21 | 362.21 | 362.21 | 287.25 | 287.23 | 287.2 | 287.23 |
| BF/NV | 443.17 | 443.09 | 443 | 443.09 | 360.7 | 360.68 | 360.65 | 360.68 |
| BF/PV | 344.3 | 344.33 | 344.37 | 344.33 | 270 | 269.97 | 269.95 | 269.97 |

**ตารางที่ ง.10** แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ของพลาสติกที่เคลือบและไม่เคลือบ ที่ฝังดิน

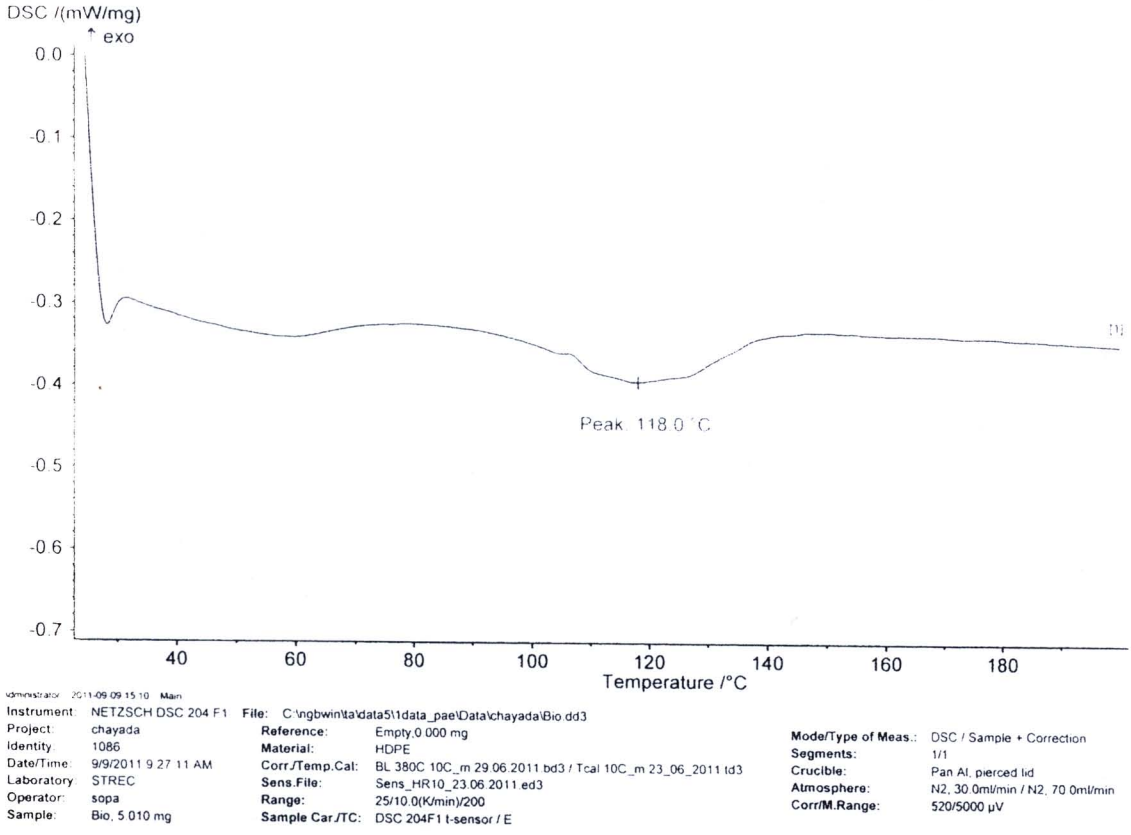
| ตัวอย่าง | เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%Elongation) ฝังดิน | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | แนว MD | | | | แนว CD | | | |
| | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย | ชิ้นที่ 1 | ชิ้นที่ 2 | ชิ้นที่ 3 | ค่าเฉลี่ย |
| BF | 208.58 | 208.57 | 208.57 | 208.57 | 219.81 | 219.75 | 219.87 | 219.81 |
| BF/SV | 205.10 | 205.15 | 205.19 | 205.15 | 231.00 | 231.02 | 230.99 | 231.00 |
| BF/NV | 279.03 | 279.05 | 279.07 | 279.05 | 301.49 | 301.53 | 301.45 | 301.49 |
| BF/PV | 299.01 | 299.00 | 299.00 | 299.00 | 238.80 | 238.73 | 238.87 | 238.80 |

# ภาคผนวก จ.

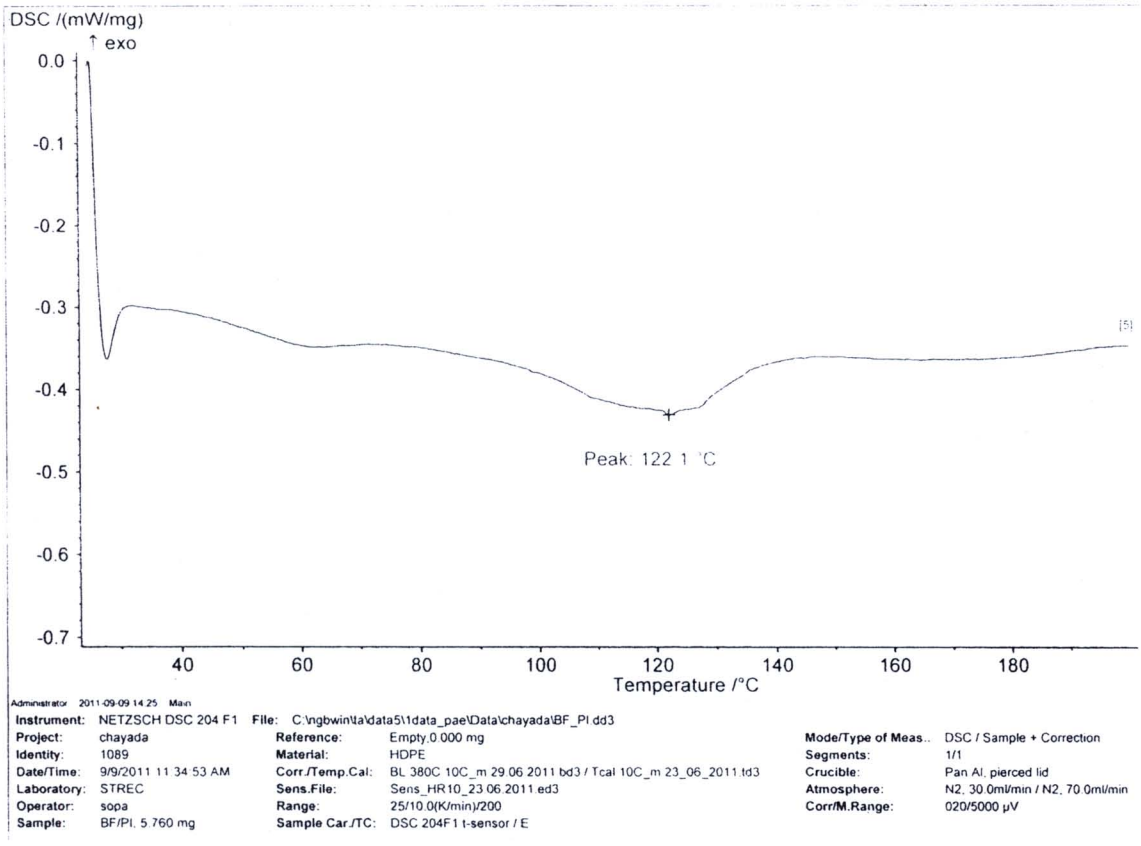
รูปแสดง จุดหลอมเหลว และ น้ำหนักโมเลกุลของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิชที่ผลิตจากวัตถุดิบทางธรรมชาติต่างชนิดกัน



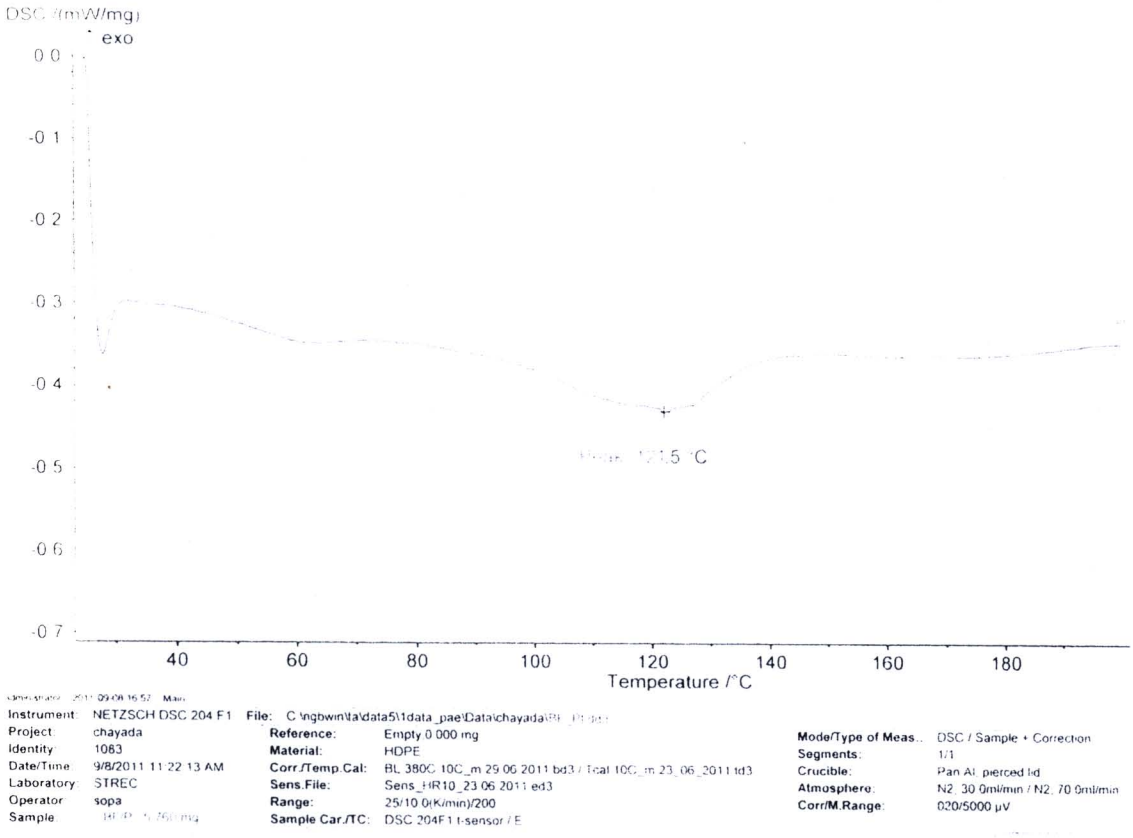

**รูปที่ จ.1** แสดงค่าจุดหลอมเหลวของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (BF)



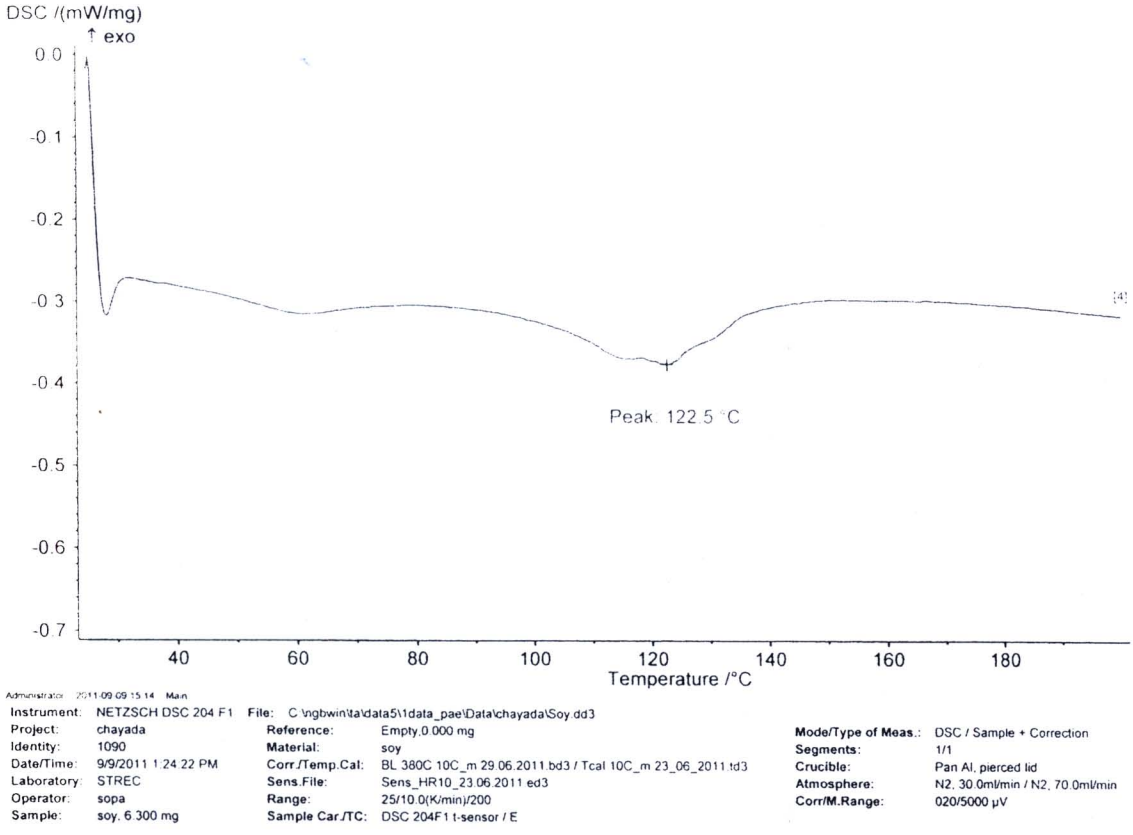

**รูปที่ จ.2** แสดงค่าจุดหลอมเหลวของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ฝังดิน (BF ฝังดิน)



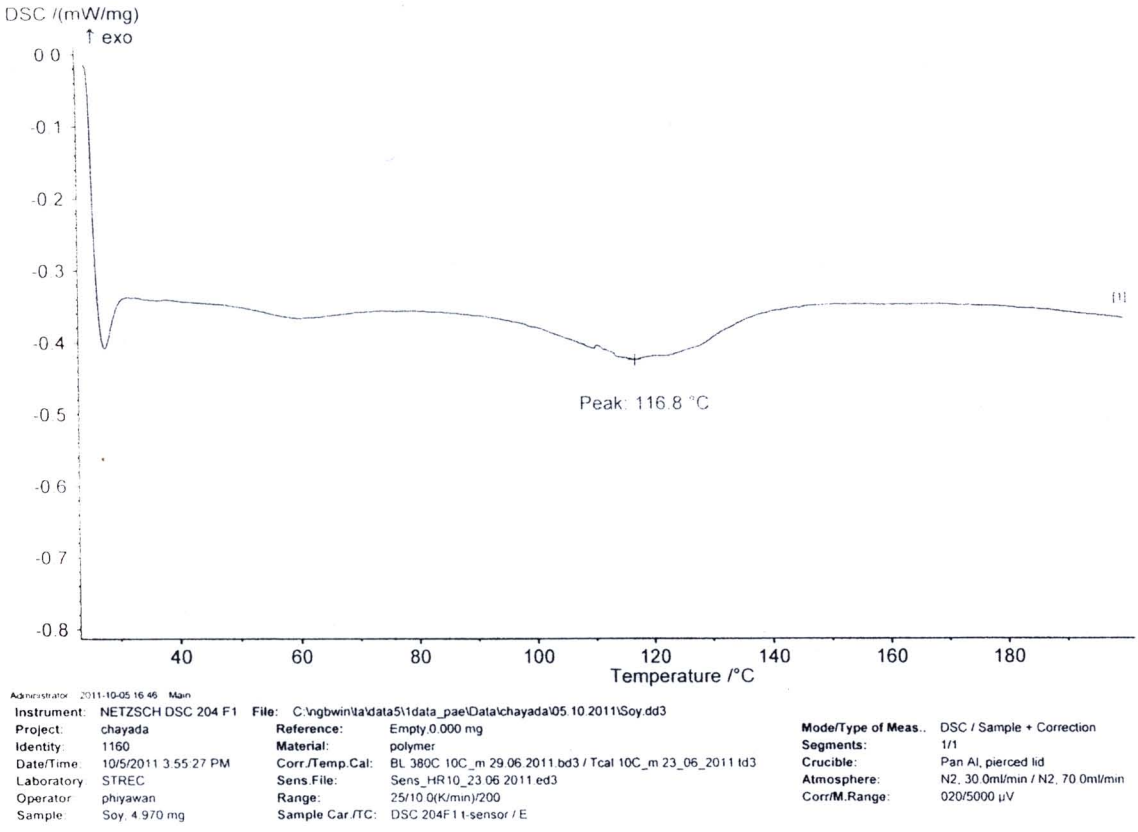

**รูปที่ จ.3** แสดงค่าจุดหลอมเหลวของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิชจากปิโตรเลียม (BF/PV)



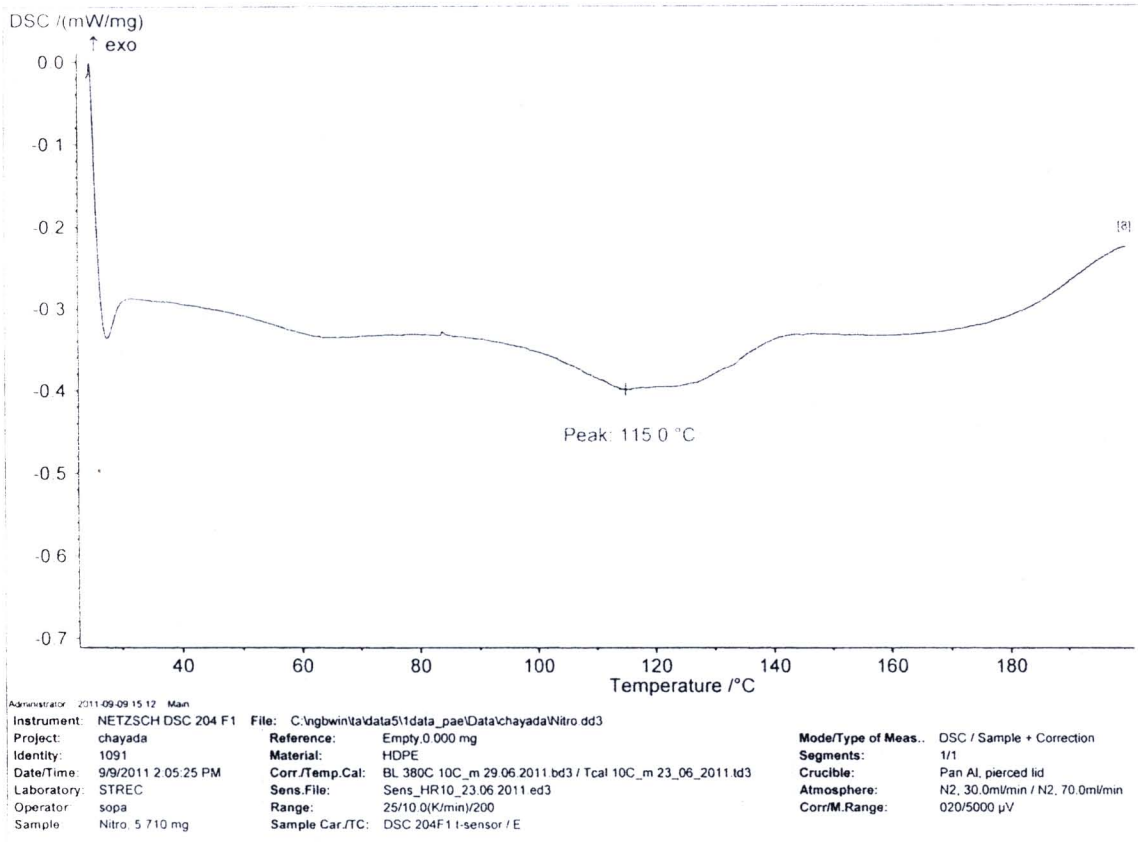

**รูปที่ จ.4** แสดงค่าจุดหลอมเหลวของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิชจากปิโตรเลียมที่ฝังดิน (BF/PV ฝังดิน)



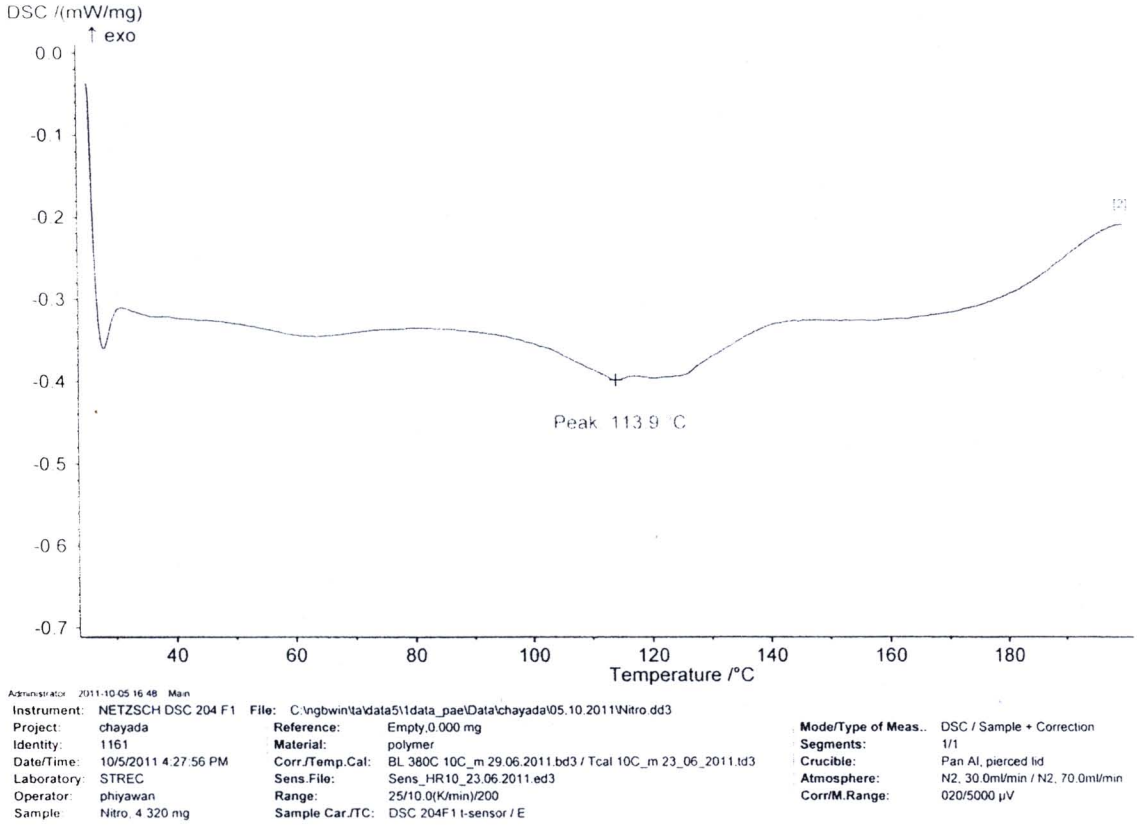

**รูปที่ จ.5** แสดงค่าจุดหลอมเหลวของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิชจากน้ำมันถั่วเหลือง ที่ไม่ฝังดิน (BF/SV )




**รูปที่ จ.6** แสดงค่าจุดหลอมเหลวของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิชจากน้ำมันถั่วเหลือง ที่ฝังดิน (BF/SV ฝังดิน )




**รูปที่ จ.7** แสดงค่าจุดหลอมเหลวของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิช จากไนโตรเซลลูโลส ที่ไม่ฝังดิน (BF/NV)




**รูปที่ จ.8** แสดงค่าจุดหลอมเหลวของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิชจากไนโตรเซลลูโลส ที่ฝังดิน (BF/NVฝังดิน)

GPC Report Version 1.02

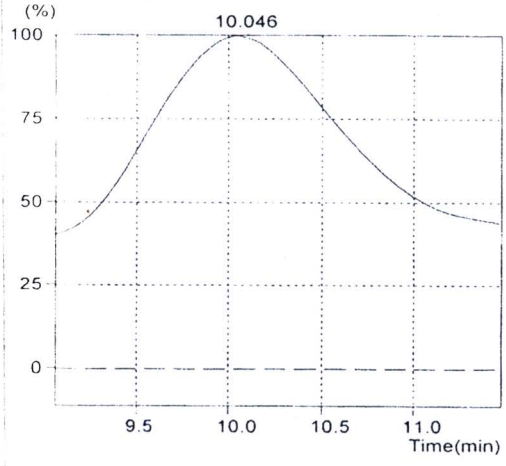
*** Title ***

Date/Time : 11/12/02 08:38:32

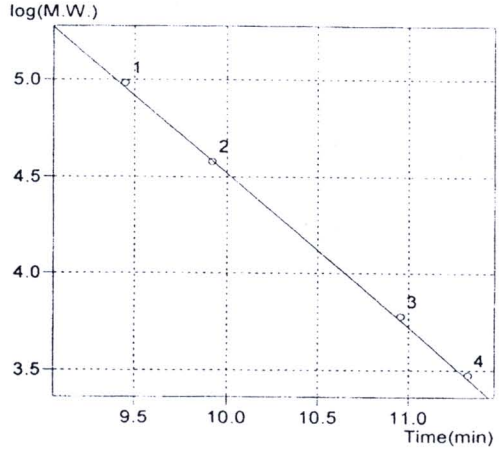
Method File : std.GMT

Data File : S1.D01

** Chromatogram **




** Calibration Curve **




*** Ave. Molecular Weight(Total) ***

| | | |
|---|---|---|
| Number-A.M.W.(Mn) | | 20,019 |
| Weight-A.M.W.(Mw) | | 36,199 |
| Mw/Mn | : | 1.80821 |

**รูปที่ จ.9** แสดงน้ำหนักโมเลกุลของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (BF)

GPC Report Version 1.02

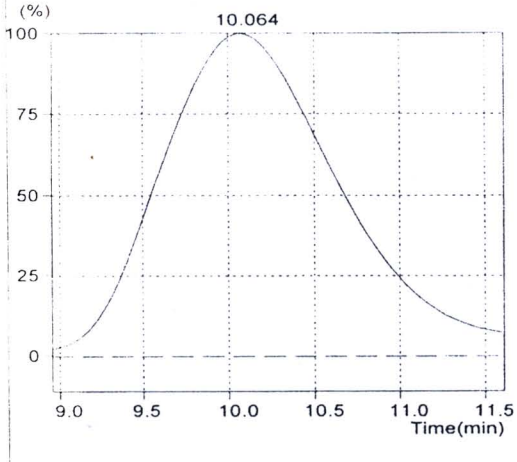
*** Title ***

Date/Time : 11/12/02 08:39:54

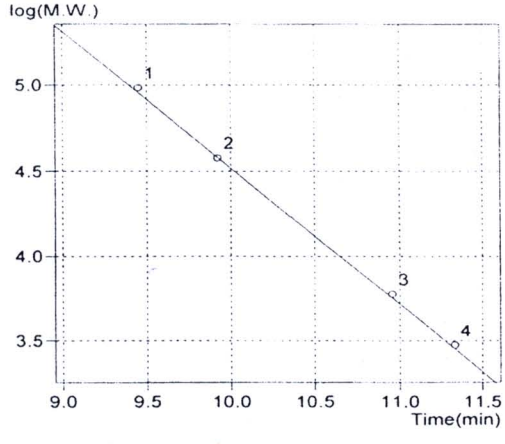
Method File : std.GMT

Data File : S2.D01

** Chromatogram **




** Calibration Curve **




*** Ave. Molecular Weight(Total) ***

| | | |
|---|---|---|
| Number-A.M.W.(Mn) | | 18,330 |
| Weight-A.M.W.(Mw) | | 35,298 |
| Mw/Mn | : | 1.92571 |

**รูปที่ จ.10** แสดงน้ำหนักโมเลกุลของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ฝังดิน (BF ฝังดิน)

GPC Report Version 1.02

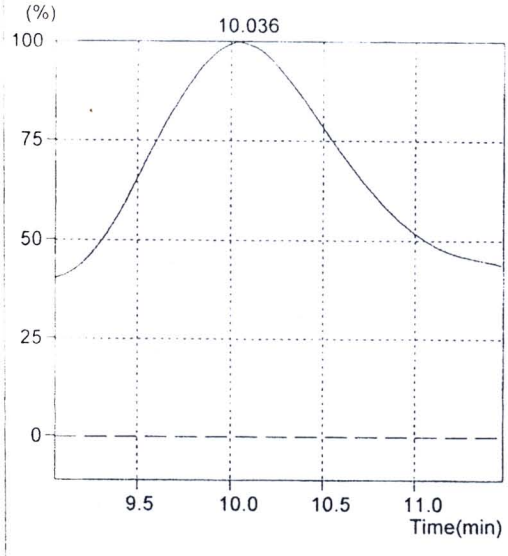
*** Title ***

Date/Time : 11/12/02 08:45:32

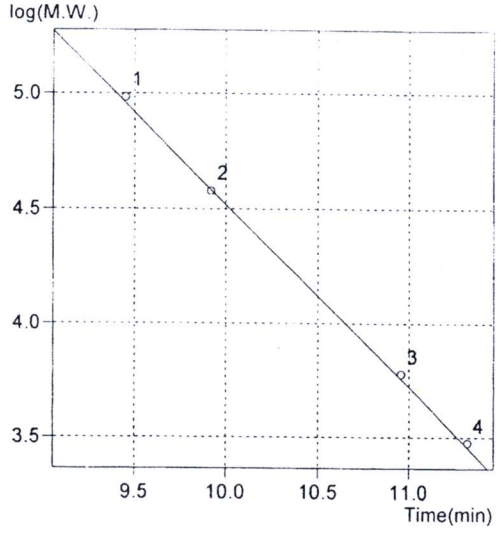
Method File : std.GMT

Data File : S7.D01

** Chromatogram **




** Calibration Curve **




*** Ave. Molecular Weight(Total) ***

| | | |
|---|---|---|
| Number-A.M.W.(Mn) | | 20,238 |
| Weight-A.M.W.(Mw) | | 37,954 |
| Mw/Mn | : | 1.87538 |

**รูปที่ จ.11** แสดงน้ำหนักโมเลกุลของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิชจากปิโตรเลียม (BF/PV)

GPC Report Version 1.02

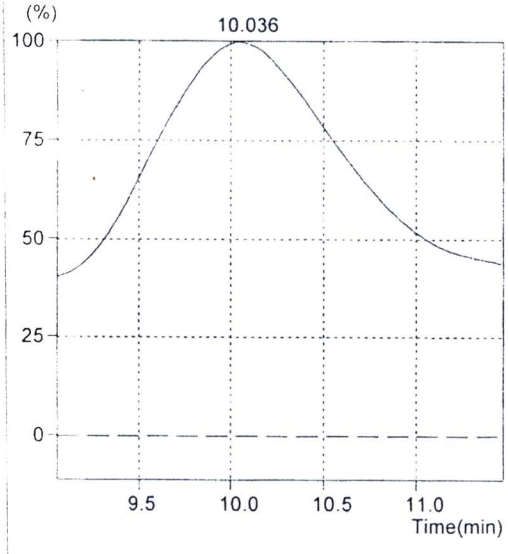
*** Title ***

Date/Time : 11/12/02 08:45:54

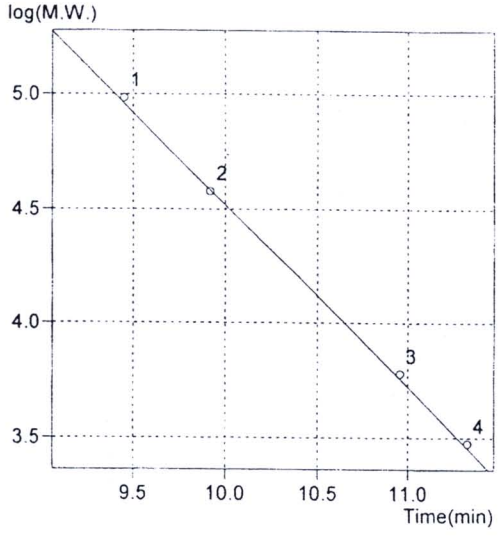
Method File : std.GMT

Data File : S8.D01

** Chromatogram **




** Calibration Curve **




*** Ave. Molecular Weight(Total) ***

| | |
|---|---|
| Number-A.M.W.(Mn) | 20,060 |
| Weight-A.M.W.(Mw) | 37,810 |
| Mw/Mn : | 1.88485 |

**รูปที่ จ.12** แสดงน้ำหนักโมเลกุลของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิชจากปิโตรเลียม ที่ฝังดิน (BF/PV ฝังดิน)

GPC Report Version 1.02

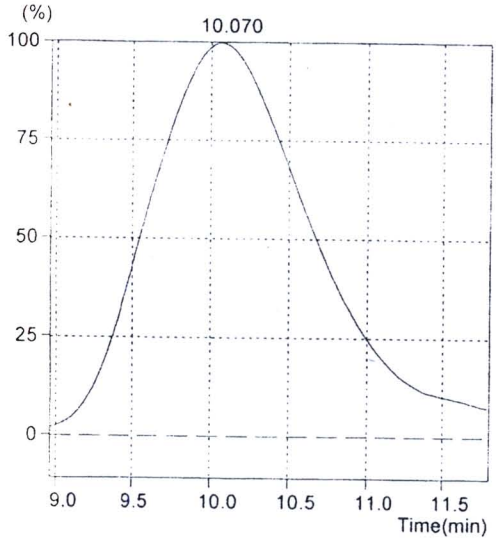
*** Title ***

Date/Time : 11/12/02 08:40:25

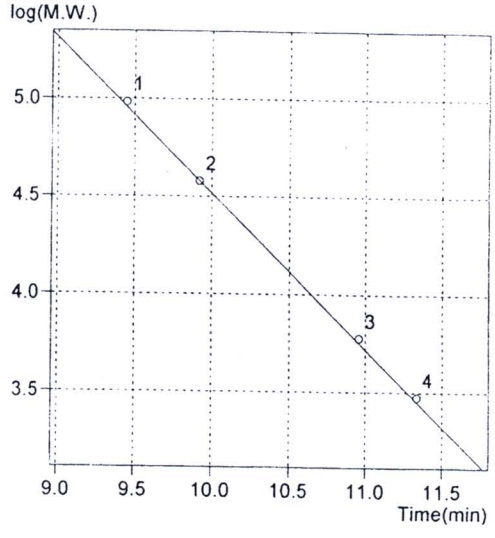
Method File : std.GMT

Data File : S4.D01

** Chromatogram **




** Calibration Curve **




*** Ave. Molecular Weight(Total) ***

| | | |
|---|---|---|
| Number-A.M.W.(Mn) | | 17,363 |
| Weight-A.M.W.(Mw) | | 35,114 |
| Mw/Mn | : | 2.02239 |

**รูปที่ จ.13** แสดงน้ำหนักโมเลกุลของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิช จากน้ำมันถั่วเหลือง (BF/SV)

GPC Report Version 1.02

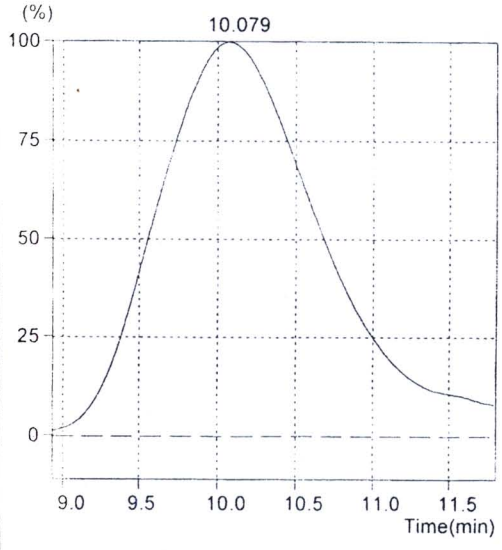
*** Title ***

Date/Time : 11/12/02 08:40:09

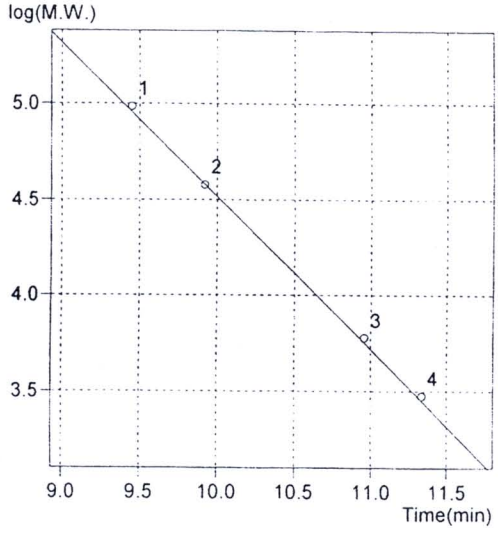
Method File : std.GMT

Data File : S3.D01

** Chromatogram **




** Calibration Curve **




*** Ave. Molecular Weight(Total) ***

| | | |
|---|---|---|
| Number-A.M.W.(Mn) | | 17,209 |
| Weight-A.M.W.(Mw) | | 34,737 |
| Mw/Mn | : | 2.01849 |

**รูปที่ จ.14** แสดงน้ำหนักโมเลกุลของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิช จากน้ำมันถั่วเหลือง ที่ฝังดิน (BF/SV ฝังดิน)

GPC Report Version 1.02

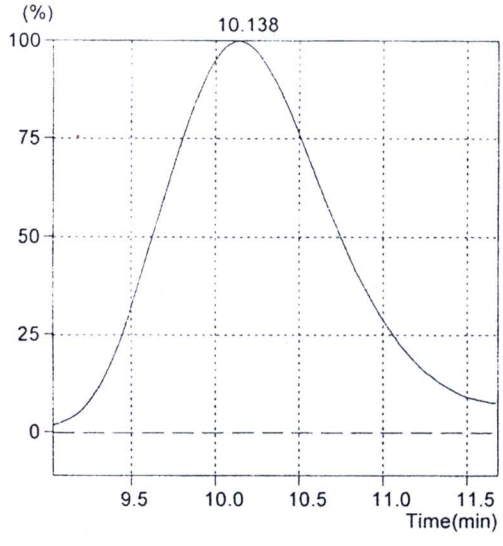
*** Title ***

Date/Time : 11/12/02 08:42:32

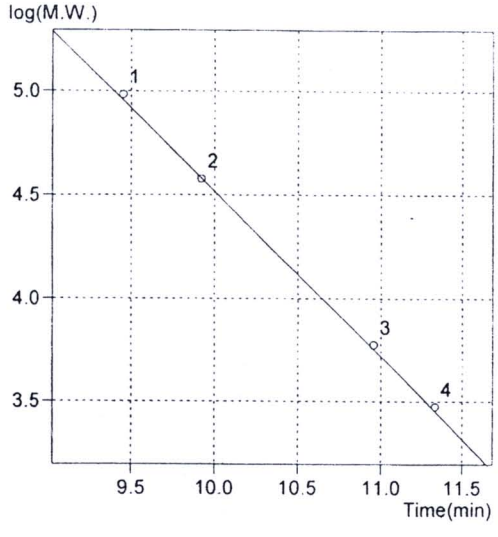
Method File : std.GMT

Data File : S6.D01

** Chromatogram **




** Calibration Curve **




*** Ave. Molecular Weight(Total) ***

| | | |
|---|---|---|
| Number-A.M.W.(Mn) | | 16,226 |
| Weight-A.M.W.(Mw) | | 30,949 |
| Mw/Mn | : | 1.90731 |

**รูปที่ จ.15** แสดงน้ำหนักโมเลกุลของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิชจากไนโตรเซลลูโลส (BF/NV)

GPC Report Version 1.02

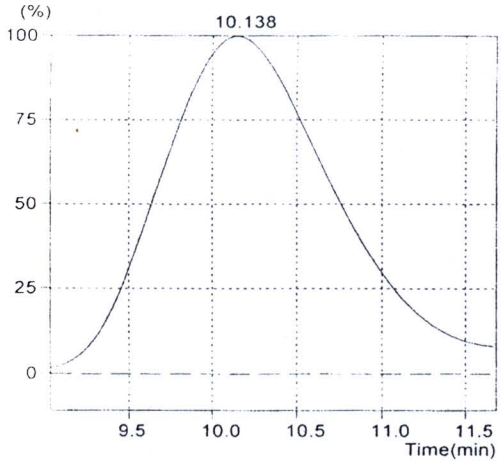
*** Title ***

Date/Time : 11/12/02 08:42:17

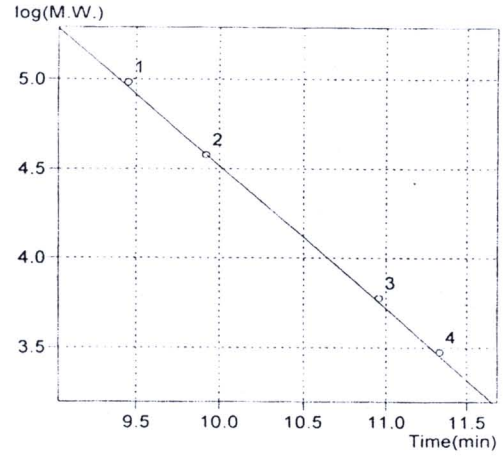
Method File : std.GMT

Data File : S5.D01

** Chromatogram **




** Calibration Curve **




*** Ave. Molecular Weight(Total) ***

| | |
|---|---|
| Number-A.M.W.(Mn) | 16,060 |
| Weight-A.M.W.(Mw) | 30,502 |
| Mw/Mn : | 1.89931 |

**รูปที่ จ.16** แสดงน้ำหนักโมเลกุลของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เคลือบด้วยวาร์นิช จากไนโตรเซลลูโลส ที่ฝังดิน (BF/NV ฝังดิน )

# ภาคผนวก ฉ.

ผลงานวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่

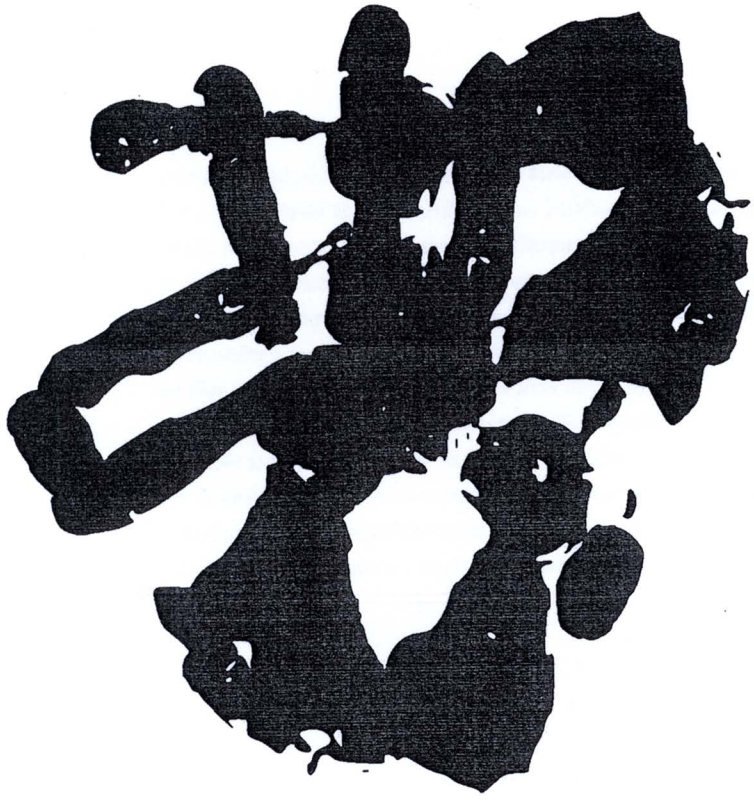
เครือข่ายสถาบันสอนการพิมพ์และมัลติมีเดีย
Graphic Arts & Multimedia Academy Network (GMA Network)

Proceedings

การประชุมวิชาการ

# เทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์

## ครั้งที่ ๑ Imaging and Printing Technology Conferance



๓๐ ตุลาคม ๒๕๕๓
ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค

สนับสนุนโดย

GASMA
THAI GRAPHIC ARTS SUPPLIERS

# การศึกษาหมึกพิมพ์น้ำมันถั่วเหลืองสำหรับฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

ชญาดา ลิบลับ*
สุชปา เนตรประดิษฐ์
กฤติกา ตันประเสริฐ

บทคัดย่อ
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการย่อยสลายได้ทางชีวภาพของฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์น้ำมันถั่วเหลือง โดยใช้พอลิเมอร์ย่อยสลายได้ 2 ชนิดผสมกัน คือพอลิเมอร์ฐานชีวภาพและฐานปิโตรเลียมทดสอบการย่อยสลายได้ทางชีวภาพโดยฝังในดินรวมระยะเวลา 90 วัน จากนั้นตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นผิวด้วยเครื่อง SEM และคุณสมบัติเชิงกลของฟิล์ม พบว่า ผิวหน้าของฟิล์มย่อยสลายได้ทางชีวภาพมีการแตกตัวเป็นร่างแห โดยฟิล์มย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ไม่ผ่านการพิมพ์มีการย่อยสลายมากที่สุด รองลงมาคือ ฟิล์มย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ที่พิมพ์ด้วยหมึกน้ำมันถั่วเหลือง และหมึกปิโตรเลียม ตามลำดับ ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงกลของฟิล์มพบว่า ค่าความต้านทางแรงดึง และเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ของฟิล์มย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ผ่านและไม่ผ่านการพิมพ์หลังการฝังดินมีค่าลดลง และผลจากการทดสอบสมบัติทางการพิมพ์พบว่า หมึกน้ำมันถั่วเหลืองถ่ายทอดลงบนฟิล์มย่อยสลายได้ทางชีวภาพได้ดีและมีความมันเงาสูงกว่าหมึกน้ำมันปิโตรเลียม แต่สมบัติการยึดติดและความทนทานต่อการขัดถูดีเช่นเดียวกันกับหมึกน้ำมันปิโตรเลียม

คำสำคัญ :
ฟิล์มพลาสติก
ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ
การพิมพ์
หมึกน้ำมันถั่วเหลือง

สถานที่ติดต่อ
ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
*Email: lougpad_c@hotmail.com

1. บทนำ
จากการใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกในปริมาณที่สูงมากขึ้น ได้ส่งผลให้ปริมาณของขยะที่เกิดจากพลาสติกสูงมากขึ้นตามไปด้วย วิธีการที่ช่วยลดปริมาณขยะพลาสติก คือ การใช้ซ้ำ(reuse) และการแปรรูปใช้ใหม่ (recycle) แต่หากพลาสติกบางชนิดรีไซเคิลได้ยาก หรือไม่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ หรือไม่คุ้มค่าต่อกระบวนการรีไซเคิล พลาสติกเหล่านั้นก็ควรย่อยสลายได้ทางชีวภาพโดยการทำลายของจุลินทรีย์ในธรรมชาติซึ่งผลสุดท้ายที่ได้คือ น้ำและก๊าซคาร์บอนไดอกไซด์ จึงทำให้ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพกันมากขึ้น การออกแบบบรรจุภัณฑ์ก็มีความสำคัญเพราะต้องทำหน้าที่

ในการสื่อสารข้อมูลที่จำเป็น รวมทั้งดึงดูดให้ลูกค้าสนใจ และตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ แต่หมึกพิมพ์ที่ใช้พิมพ์บรรจุภัณฑ์ต้องไม่มีสารตกค้างที่มีอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมได้ จึงมีผู้คิดค้นหมึกพิมพ์ที่ทำจากน้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันพืชอื่น โดยใช้น้ำมันถั่วเหลืองมาผลิตเป็นวานิช จากนั้นผสมผงสีและสารเติมแต่ง [1] ทำให้หมึกมีกลิ่นฉุนน้อยลง ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งาน ลดอัตราเสี่ยงในการก่อมะเร็ง ดังนั้นผู้วิจัย จึงศึกษาสมบัติการย่อยสลายได้ทางชีวภาพของฟิล์มย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่พิมพ์ด้วยหมึกน้ำมันถั่วเหลือง และคุณสมบัติทางการพิมพ์ เพื่อให้ได้บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 การทดสอบสมบัติการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

2.1.1 ขั้นตอนการเตรียมพลาสติก

ตัดฟิล์มพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และฟิล์มพลาสติก HDPE ขนาด 12x22 ซม. แล้วไปทำการพิมพ์ด้วยหมึกน้ำมันถั่วเหลือง และหมึกน้ำมันปิโตรเลียม โดยเครื่องทดสอบการพิมพ์หมึกเหลว (K Printing Proofer) ความเร็วระดับ 5 จากนั้น นำพลาสติกที่ผ่านและไม่ผ่านการพิมพ์ ไปทำการทดสอบการย่อยสลายได้ทางชีวภาพต่อไป

2.1.2 การเตรียมดิน

นำดินที่ได้มาบดให้เป็นเม็ดๆขนาดเล็กกว่า 2 มม. โดยทำการร่อนผ่านตะแกรง (Sieve) เบอร์ 10 แล้วนำมาหาหาค่า Organic matter โดยทำการอบดินที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง [2] จากนั้นหาความชื้นในดิน (Moisture content) และหาความเป็นกรด-ด่างของดิน ทั้งก่อนฝังดิน และหลังการฝังดิน

2.1.3 การฝังพลาสติกลงในภาชนะทดสอบ

นำฟิล์มตัวอย่างที่ผ่านและไม่ผ่านการพิมพ์มาทำการทดสอบการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ตามมาตรฐาน ASTM D 5988-03 [3] โดยฝังในภาชนะแก้วที่มีปริมาตรภายใน 2 ลิตร 5 ประเภท ดังนี้ ภาชนะทดสอบไร้ตัวอย่าง (Blank) บรรจุดินเปล่า ภาชนะทดสอบเชิงลบ (Negative Control) บรรจุฟิล์มพลาสติก HDPE ภาชนะทดสอบตัวอย่าง บรรจุฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ไม่พิมพ์ ฟิล์มที่พิมพ์ด้วยหมึกน้ำมันถั่วเหลือง และฟิล์มที่พิมพ์ด้วยหมึกน้ำมันปิโตรเลียม ตามลำดับ ใส่ชิ้นพลาสติกทดสอบขนาด 6x8 ซม. ซึ่งมีปริมาณคาร์บอน 600 มก. ลงในดินปริมาณ 500 กรัม [3] วางบีกเกอร์บรรจุน้ำกลั่น 50 มล. เหนือผิวดินเพื่อปรับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ แล้วปิดฝาภาชนะ เก็บไว้ในที่มืดที่มีอุณหภูมิ 21±2 °C และเปิดระบายอากาศทุกๆ 3 วัน

2.1.4 การวิเคราะห์ผิวหน้าฟิล์มพลาสติก

ตรวจสอบลักษณะผิวหน้าของฟิล์ม โดยทำการถ่ายภาพพื้นผิวของผิวหน้าฟิล์มพลาสติกที่ไม่ได้ฝังและผ่านการฝัง ด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) (JSM– 6400) โดยใช้กำลังขยาย 1000 เท่า

2.1.5 การทดสอบสมบัติเชิงกลของฟิล์มตัวอย่าง

ทดสอบความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) และ Elongation ตามมาตรฐาน ASTM D882 [4] นำฟิล์มพลาสติกที่ไม่ได้ฝัง และฝัง มาตัดให้มีหน้ากว้าง 150 มม. ในแนวขนาน (MD) และแนวขวาง (CD) ใช้โปรแกรม QMat เลือกมาตรฐาน D882 ใส่ค่าความกว้างและความหนาของชิ้นทดสอบ โดยตั้งระยะห่างของที่หนีบพลาสติกเป็นระยะห่าง 2 นิ้ว โดยความเร็วในการดึงพลาสติก 500 มม./ นาที และแรงที่ใช้ในการดึง 10 นิวตัน

2.2 การทดสอบคุณสมบัติทางการพิมพ์บนฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

2.2.1 การทดสอบสภาพการพิมพ์ติด และคุณภาพทางการพิมพ์

นำฟิล์มพลาสติกขนาด 12x22 ซม. ไปทำการทดสอบสภาพการพิมพ์ติดของหมึกน้ำมันถั่วเหลือง และหมึกน้ำมันปิโตรเลียม โดยใช้เพลทพื้นตาย ความเร็วระดับ 5 ทำการวัดค่าความดำด้วยเครื่อง Techkon sp 830 5 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาค่า %Dot โดยใช้เพลทที่มีแถบไล่สกรีนดังนี้ 60, 70, 75, 80, 85, 90, 95 และ100% โดยวัดด้วยเครื่อง Spectrodensitometer เพื่อหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปหาเปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนบวม

2.2.2 การทดสอบคุณสมบัติของหมึกพิมพ์บนฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ นำฟิล์มพลาสติกที่ผ่านการพิมพ์มาวัดค่าความมันเงา ด้วยเครื่อง Gloss meter (Nippon Denshoku) ทดสอบการยึดติดของหมึกพิมพ์โดยใช้เทป 3M เบอร์ 500 ขนาด 1x3 นิ้ว ตามมาตรฐาน (ASTM D3359-90) [5] ทดสอบความทนทานต่อการขัดถูของหมึกพิมพ์บนฟิล์มพลาสติก ด้วยเครื่อง Rub Tester (Sutherland 2000) โดยตัดฟิล์มพลาสติกตัวอย่างที่ผ่านขั้นตอนการพิมพ์ ขนาด 9x15 ซม. โดยหุ้มตุ้มน้ำหนัก 2 ปอนด์ ด้วยกระดาษปอนด์ วางแผ่นพลาสติกไว้ใต้ตุ้มน้ำหนัก โดยขัดถูจำนวน 100 รอบ

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของดิน

*Table 1 Properties of soil*

| Condition | Organic matter (%) | pH | Moisture content(%) |
|---|---|---|---|
| Before biodegradation test | 12.83 | 5.03 | 7.30 |
| After biodegradation test | 3.78 | 5.08 | 14.31 |

ตารางที่ 1 แสดงว่า ค่า organic matter ลดลง ค่า moisture content เพิ่มขึ้น เพราะ organic matter ในดิน ถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ในดินเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ และ pH มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

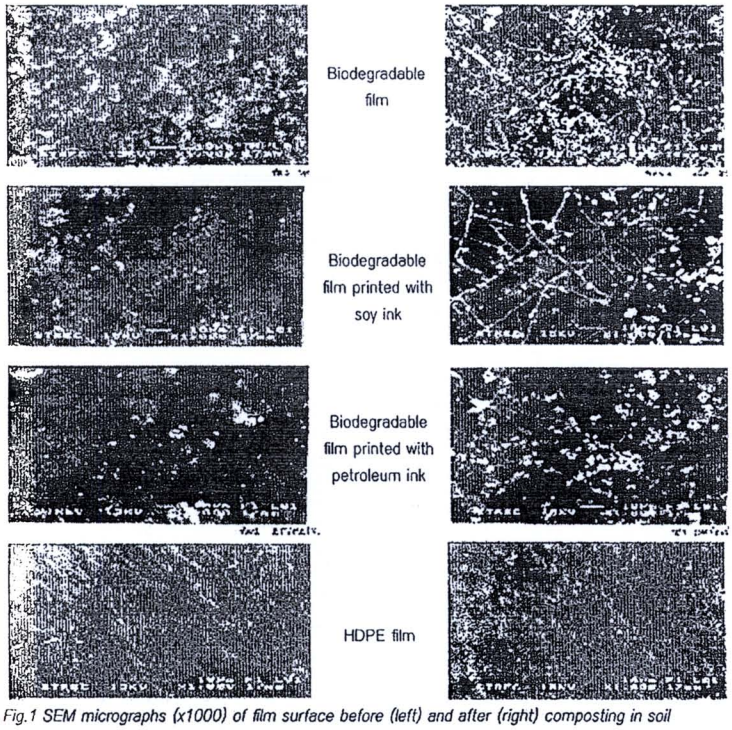



*Fig.1 SEM micrographs (x1000) of film surface before (left) and after (right) composting in soil*

3.2. คุณสมบัติของฟิล์มพลาสติก ก่อนและหลังการฝัง

3.2.1 ผลการวิเคราะห์ผิวหน้าฟิล์มพลาสติกด้วยเครื่อง SEM

จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่าลักษณะพื้นผิวที่ปรากฏของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ไม่ผ่านการพิมพ์มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากที่สุด รองลงมาคือของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ผ่านการพิมพ์ด้วยหมึกน้ำมันถั่วเหลืองและพิมพ์ด้วยหมึกน้ำมันปิโตรเลียม ตามลำดับ แสดงว่าหมึกน้ำมันถั่วเหลืองมีผลกระทบต่อการย่อยสลายของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพมากกว่าหมึกน้ำมันปิโตรเลียม

3.2.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

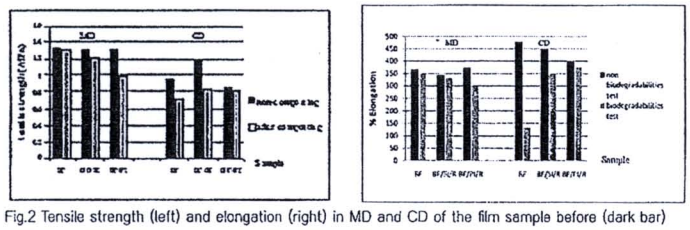


Fig.2 Tensile strength (left) and elongation (right) in MD and CD of the film sample before (dark bar) and after (light bar) composting in soil for 90 days

จากรูปที่ 2 เห็นว่าคุณสมบัติทางกลของพลาสติกทั้งแนว MD และ CD ด้อยลง หลังการฝังดินนาน 90 วัน และมีผลในแนว CD กับพลาสติกที่ไม่ได้พิมพ์ มากกว่าที่พิมพ์ด้วยหมึกถั่วเหลือง และพิมพ์ด้วยหมึกปิโตรเลียม ตามลำดับ

3.3 คุณสมบัติทางการพิมพ์

3.3.1 ผลการทดสอบสภาพการพิมพ์ติด และคุณภาพทางการพิมพ์

พบว่าหมึกน้ำมันถั่วเหลืองถ่ายทอดหรือพิมพ์ติดได้ง่ายกว่าหมึกน้ำมันปิโตรเลียม จากตารางที่ 2 เห็นว่า ค่าความดำ และความเงาของหมึกน้ำมันถั่วเหลืองมากกว่าหมึกน้ำมันปิโตรเลียม และมีความสม่ำเสมอมากกว่า โดยพิจารณาจาก ค่า SD ที่น้อยกว่า

*Table 2 Optical density and gloss of ink film*

| Sample | Density | SD | Gloss Unit |
|---|---|---|---|
| Biodegradable film printed with soy ink | 1.48 | 0.04 | 9.7 |
| Biodegradable film printed with petroleum ink | 1.35 | 0.05 | 6.4 |

3.3.2 ผลการทดสอบเม็ดสกรีนบวม (%Dot gain) ของหมึกบนพลาสติก

จากรูปที่ 3 การเกิดเม็ดสกรีนบวมของหมึกน้ำมันถั่วเหลืองที่พิมพ์ลงบนฟิล์มพลาสติกมีค่าน้อยกว่าหมึกน้ำมันปิโตรเลียม เนื่องจากถ่ายทอดได้ดีกว่า

3.3.3 ผลการทดสอบการยึดติดและความทนทานต่อการขัดถูของหมึกบนพลาสติก

พบว่าหมึกน้ำมันถั่วเหลืองสามารถยึดติดกับฟิล์มพลาสติกและทนทานต่อการขัดถูได้ดี เช่นเดียวกันกับหมึกน้ำมันปิโตรเลียม

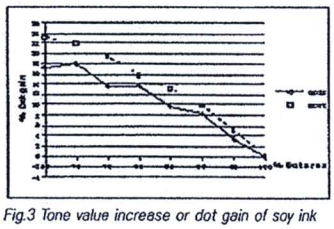


*Fig.3 Tone value increase or dot gain of soy ink and petroleum ink printed on biodegradable film*

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบฝังดินเป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่า ลักษณะผิวหน้าของฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพมีการเปลี่ยนแปลงไป และสมบัติเชิงกลมีค่าลดลง โดยฟิล์มพลาสติกที่ไม่ผ่านการพิมพ์จะมีการเปลี่ยนแปลงไปมากที่สุด รองลงมาคือฟิล์มพลาสติกที่พิมพ์ด้วยหมึกน้ำมันถั่วเหลือง และฟิล์มพลาสติกที่พิมพ์ด้วยหมึกน้ำมันปิโตรเลียม ตามลำดับ แสดง

ว่าหมึกอาจมีผลไปขัดขวางการย่อยสลายได้ของฟิล์มพลาสติก แต่หมึกน้ำมันถั่วเหลืองมีผลน้อยกว่า ในส่วนของคุณสมบัติทางการพิมพ์ หมึกน้ำมันถั่วเหลืองถ่ายทอดลงบนฟิล์มพลาสติกได้ดีกว่าหมึกน้ำมันปิโตรเลียม มีการกระจายตัวที่สม่ำเสมอ และค่าความมันเงามากกว่า ค่าเม็ดสกรีนบวมน้อยกว่า อีกทั้งสมบัติการยึดติดของหมึกพิมพ์และความทนทานต่อการขัดถูของหมึกดี ไม่มีการหลุดลอกเช่นเดียวกันกับหมึกน้ำมันปิโตรเลียม

5. กิตติกรรมประกาศ
ขอขอบคุณ บริษัท พาโนรามา ซอย อิ้งค์ จำกัด ที่อนุเคราะห์หมึกพิมพ์น้ำมันถั่วเหลือง และ บริษัท แอ็ดวานซ์ แพคเกจจิ้ง ที่อนุเคราะห์ฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] "For your life and nature," http://www.soyink.co.th/templates/natura_plazaa/videofull.php (2010)
[2] Walsh, L.M. and J.D. Beaton, 1973. Soil testing and plant analysis. Revised edition. SSSA Inc., Madison, Wisconsin. U.S.A. pp. 491
[3] ASTM, "D5988 - 03 Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation in Soil of Plastic Materials or Residual Plastic Materials after Composting" Annual Book or ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, Vol. 08.03
[4] ASTM, "D882 - 10 Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting" Annual Book or ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, Vol. 08.01
[5] ASTM, "D3359 - 09 Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test" Annual Book or ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, Vol. 06.01

# ประวัติผู้วิจัย

**ชื่อ- สกุล** นางสาวชญาดา ลิบลับ

**วัน เดือน ปีเกิด** 9 มีนาคม 2528

**ประวัติการศึกษา**

ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2549

ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2554

**ทุนการศึกษา หรือทุนวิจัย** ทุนเพชรพระจอมระดับบัณฑิตศึกษา ปีงบประมาณ 2551

**ประวัติการทำงาน** ตำแหน่ง ผู้ช่วยนักวิจัย
สำนักงานคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2553 – ปัจจุบัน

**ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์**

- ชญาดา ลิบลับ, สุชปา เนตรประดิษฐ์ และกฤติกา ตันประเสริฐ, 2553, "การศึกษาหมึกพิมพ์น้ำมันถั่วเหลืองสำหรับฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ", **การประชุมวิชาการเทคโนโลยีทางภาพถ่ายและการพิมพ์ครั้งที่ 1**, 30 ตุลาคม 2553, ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, หน้า 43- 47.
- Chayada Liblab, Suchapa Netpradit and Krittika Tanprasert, 2010, "Biodegradability and Printing Properties of Biodegradable Polymer Blend Film Printed with Soy Ink", **VI International Packaging Congress**, Sep. 16-18, 2010, Istanbul, Turkey.

**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี**

**ข้อตกลงว่าด้วยการโอนลิขสิทธิ์ในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา**

วันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2555

ข้าพเจ้า นางสาวชญาดา ลิบลับ รหัสประจำตัว 51431411 เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญาโท หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี อยู่บ้านเลขที่ 336 หมู่ 12 ตำบล ปากแพรก อำเภอ ดอนสัก จังหวัด สุราษฎร์ธานี 84340 ขอโอนลิขสิทธิ์ในวิทยานิพนธ์ให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี รศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล ตำแหน่งคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เป็นผู้รับโอนลิขสิทธิ์และมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาหมึกพิมพ์ที่เหมาะสมต่อฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ รศ.ดร.สุชปา เนตรประดิษฐ์ ตามมาตรา 14 แห่ง พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ.2537 และ ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้น จากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามมาตรา 23 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใด ๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุก ๆ ครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรืออนุญาตให้ผู้อื่นทำซ้ำ หรือดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน หรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีก่อน

5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์หรือพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญา ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปีนับจากวันลงนามในข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี มีสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรรผลประโยชน์

อันพึงเกิดขึ้นจากส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำขึ้นโดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามอัตราที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

ลงชื่อ.....ผู้โอนลิขสิทธิ์
(นางสาวชญาดา ลิบลับ)

ลงชื่อ.....ผู้รับโอนลิขสิทธิ์
(รศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล)

ลงชื่อ.....พยาน
(รศ.ดร.สุชปา เนตรประดิษฐ์)

ลงชื่อ.....พยาน
(นางสมศรี บินรามัน)