# ผลของเนื้อดินและความชื้นในดินที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวโพด

## Effect of Soil Texture and Moisture Content on Germination and Seedling Growth of Maize (*Zea may* L.)

สุมิตรา จันเนียม[1] สุชาดา กรุณา[1] จุฑามาศ ร่มแก้ว[2] และสุกานดา กระออมกลาง[2]

Sumittra Channium[1], Suchada Karuna[1], Jutamas Romkaew[2] and Sukanda Kraormklang[2]

**บทคัดย่อ**

เนื้อดินและความชื้นของดินเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการงอกและการตั้งตัวของต้นกล้า ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเนื้อดินและความชื้นของดินที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดพันธุ์ CP888 และ NK40 ณ ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์และเคมีของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม วางแผนการทดลองแบบ split-split plot จัด main plot แบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ โดย main plot คือ ข้าวโพด 2 พันธุ์ ได้แก่ CP888 และ NK40 sub-plot คือ เนื้อดิน 3 ชนิด ได้แก่ ดินเนื้อหยาบ ดินเนื้อปานกลาง และดินเนื้อละเอียด sub-sub plot คือ ความชื้น 4 ระดับ ได้แก่ 25, 50, 75 และ 100 %ของความชื้นที่ความจุสนาม (field capacity, FC) บันทึกข้อมูล ความงอก ดัชนีการงอก ความยาวยอดและความยาวราก ผลการทดลองพบว่า ข้าวโพดพันธุ์ CP888 และ NK40 มีความงอกไม่แตกต่างกันเมื่อปลูกในเนื้อดินและความชื้นของดินแตกต่างกัน เนื้อดินหยาบมีความงอก ดัชนีการงอกและความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุดแตกต่างทางสถิติกับเนื้อดินปานกลาง และเนื้อดินเหนียว ความชื้นของดินมีผลทำให้ความงอก ดัชนีการงอก ความยาวยอดและความยาวรากแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อความชื้นของดินลดลง ความงอก ดัชนีการงอก ความยาวยอดและความยาวรากลดลง จากการพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่างเนื้อดินและความชื้นของดิน พบว่า ข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อหยาบทุกระดับความชื้น ดินเนื้อปานกลางที่ความชื้น 100, 75, และ 50%FC และดินเนื้อละเอียดที่ความชื้น 100 และ 75% FC มีความงอก ดัชนีการงอก ความยาวยอดและความยาวรากดีกว่าตำรับการทดลองอื่น ๆ

**คำสำคัญ**: เนื้อดิน ความชื้นในดิน ความงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า ข้าวโพด

ABSTRACT

Soil texture and moisture content are crucial factor for germination and seedling establishment that affect to plant growth and yield. The objective of the study was to investigate effect of soil texture and moisture content on germination and seedling growth of corn (*Zea may* L.). This study was conducted at laboratory of soil physic and chemistry, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom. The experimental design used was split-split plot design with two varieties of maize; CP888 and NK40 as main plot treatments, three types of soil texture; sandy loam, silt loam and clay as sub plot and four levels of soil moisture; 25, 50, 75 and 100% field capacity (FC) with three replications. Seed germination, germination index, shoot length and root length were recorded. The result showed that germination percentage of CP888 and NK40 was not significantly different as affected by soil texture and moisture content. Sandy loam gave significantly different in germination percentage, germination

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

[2] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

index and shoot length comparing with silt loam and clay soil. Germination percentage, germination index, shoot and root length were significantly different among soil moisture content levels. Decreasing soil moisture content reduced germination percentage, germination index, shoot and root length. For the interaction effect of soil texture and moisture content, it was found that on the sandy loam at all levels of moisture content, silt at 100, 75 and 50 %FC and clay at 100 and 75%FC was greater in germination, germination index, shoot length and root length than other treatments.

**Key words**: soil texture, soil moisture, germination, seedling growth, maize

## 1. คำนำ

ข้าวโพด (*Zea mays* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญและเกษตรกรนิยมปลูกกันมากชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีความต้องการใช้ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ และสามารถนำมาใช้ผลิตเอธานอลเพื่อทดแทนการนำเข้าน้ำมัน ข้าวโพดเป็นพืชไร่ที่ค่อนข้างทนทานและปลูกได้ง่ายถ้ามีน้ำเพียงพอ จะสามารถปลูกข้าวโพดได้ตลอดปี การปลูกส่วนใหญ่อาศัยน้ำจากน้ำฝนธรรมชาติเพียงอย่างเดียว ดังนั้นฤดูปลูกข้าวโพดที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับจำนวนน้ำฝนและการกระจายตัวของฝนในแต่ละเดือนนั่นเอง สำหรับสภาพดินที่เหมาะในการปลูกข้าวโพดควรเป็นที่ดอนมีการระบายน้ำได้ดี ถ้าเป็นที่ลุ่มควรยกร่องระบายน้ำอย่าให้น้ำขัง ข้าวโพดขึ้นได้ดีในดินร่วนปนทรายที่ระบายน้ำได้ดี หรือดินร่วนเหนียวที่มีหน้าดินลึกกว่า 50 เซนติเมตร มีการระบายน้ำดี ไม่ขังหรือแฉะ (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2542)

ความชื้นในดินเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อความงอกและการตั้งตัวของต้นกล้า (Tylor *et al*., 1982; Bewley and Black, 1985) เมื่อดินอยู่ในสภาพที่ขาดน้ำมีผลทำให้ความงอกลดลง (Mathe-Gaspar and Mathe, 2000) การงอกจะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อดินมีความชื้นที่ระดับความจุสนาม (field capacity, FC) และความงอกจะลดลงเมื่อดินมีความชื้น 33-75 %ของความจุสนาม (Todmar and Hillel, 1965) เมื่อความชื้นในดินลดลงมีผลทำให้การดูดน้ำของเมล็ดข้าลง ส่งผลให้ความงอกและความงอกในไร่ลดลง (Rajput and Gupta, 1978) ซึ่งการงอกและการตั้งตัวที่ดีของต้นกล้ามีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชเพิ่มขึ้น (Maiti and Moreno-Limon, 2001) ลักษณะเนื้อดินมีผลต่อการงอก การตั้งตัวของต้นกล้า ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ดินเหนียวมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีกว่าดินร่วนเหนียว ดินร่วนทราย และดินทราย ตามลำดับ (El-Dardiry, 2007) สำหรับความพรุนของดินก็มีผลต่อการยืดยาวของราก รากพืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อระดับความชื้นในดินเหมาะสม เมื่อน้ำในดินมากเกินไป ความสามารถในการอุ้มน้ำของเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดน้ำท่วมขัง สภาพดินที่มีน้ำท่วมขังทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซในดินและบรรยากาศลดลงทำให้ขาดออกซิเจน ซึ่งมีผลในการลดหายใจและการเจริญเติบโตของราก เนื้อดินก็มีผลต่อระดับของออกซิเจนในดิน ดินเนื้อหยาบมีออกซิเจนสูง เมื่อมีน้ำท่วมขังทำให้การดูดธาตุอาหารลดลง เมื่อน้ำในดินมีสูง ทำให้รากไม่สามารถดูดออกซิเจนไปใช้ได้ จึงไปจำกัดการเจริญเติบโตของพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

อย่างไรก็ตามข้อมูลศึกษาเกี่ยวกับผลของเนื้อดินและความชื้นของดินมีการศึกษากันน้อย งานวิจัยที่ศึกษากันในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาการใช้ประโยชน์ของ polyethylene glycol (PEG) ที่นำมาใช้ทดสอบและคัดเลือกพืชทนแล้งในห้องปฏิบัติการ เช่น ข้าว (Masyhudi and Ambarwati, 1993) ข้าวบาร์เลย์ (Kocheva *et al*., 2004) ทานตะวัน (Kaya *et al*., 2006) ฝ้าย (Zhang *et al*., 2007) พริก (Demir and Mavi, 2008) และ ข้าวโพด (Janmohammadi *et al*., 2008) เป็นต้น ดังนั้นการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเนื้อดินและความชื้นในดินที่มีต่อความงอกและการเจริญเติบโตของข้าวโพดพันธุ์ CP888 และ NK40 เพื่อจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการหาระดับความชื้นของดินที่เหมาะสมเมื่อปลูกข้าวโพดในสภาพเนื้อดินแตกต่างกัน

**2. อุปกรณ์และวิธีการ**

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์ 2 พันธุ์ คือ CP888 และ NK40 มาปลูกทดสอบในเนื้อดิน 3 ชนิด คือ ดินเนื้อหยาบ ปานกลาง และละเอียด ที่ความชื้นของดินแตกต่างกัน 4 ระดับ ณ ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์และเคมีของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายน 2552 วางแผนการทดลองแบบ split-split plot จัด main plot แบบ completely randomize design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ โดย main plot คือ ข้าวโพด 2 พันธุ์ ได้แก่ CP888 และ NK40 sub-plot คือ เนื้อดิน 3 ชนิด ได้แก่ ดินเนื้อหยาบ ดินเนื้อปานกลาง และดินเนื้อละเอียด sub-sub plot คือ ความชื้น 4 ระดับ ได้แก่ 25, 50, 75 และ 100 %ของความชื้นที่ความจุสนาม (field capacity, FC)

**3. ความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า**

สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้ง 2 พันธุ์ ๆ ละ 20 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ มาปลูกทดสอบโดยเพาะในกระบะพลาสติกที่มีเนื้อดินและความชื้นของดินแตกต่างกัน ตรวจสอบความงอก (seed germination) ที่ 7 วันหลังเพาะ ดัชนีการงอก (germination index) โดยการประเมินความงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ตามวิธีของจวงจันทร์ (2529ก) ความยาวยอดและความยาวรากที่อายุ 10 วันหลังเพาะ สุ่มต้นกล้าที่งอกปกติมาจำนวน ซ้ำละ10 ต้น นำมาวัดความยาวยอดและความยาวราก

**4. ความชื้นของดินโดยมวล (Mass water content, $\theta_m$)**

นำตัวอย่างดินที่มีเนื้อดินแตกต่างกัน คือ ดินเนื้อหยาบ ดินเนื้อปานกลาง และดินเนื้อละเอียด ใส่กระป๋องความชื้น (Moisture can) ที่ทราบมวล ชั่งตัวอย่างดินก่อนอบ อบตัวอย่างดินที่ 105 ± 5°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักของดินไม่เปลี่ยนแปลง ชั่งมวล และคำนวณ ดังนี้

$$\text{ระดับความชื้นโดยมวล } (\theta m) = \frac{\text{มวลน้ำ, mw}}{\text{มวลดิน, ms}}$$

ความชื้นของดินโดยมวลระหว่างการทดลองของเนื้อดินและความชื้นของดินที่แตกต่างกัน ดังแสดงใน Table 1

**Table 1** Mass water content ($\theta_m$) of different soil texture and moisture content levels.

| Soil moisture | Mass water content $cm^3/cm^3$ | | |
|---|---|---|---|
| | Sandy loam | Silt loam | Clay |
| 100 %FC | 0.1765 | 0.2779 | 0.4179 |
| 75 %FC | 0.1322 | 0.2084 | 0.3134 |
| 50 %FC | 0.0882 | 0.1389 | 0.2089 |
| 25 %FC | 0.0435 | 0.0694 | 0.1044 |

**5. การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดิน**

นำตัวอย่างดินทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ดินเนื้อหยาบ ดินเนื้อปานกลาง และดินเนื้อละเอียด มาวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดิน ดังนี้ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 โดยใช้ pH meter (ทัศนีย์และจงรักษ์, 2542) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated extract) วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter (ทัศนีย์และจงรักษ์, 2542) % organic matter โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) โดยวิธี Bray II (0.1 N HCl +0.03N $NH_4F$) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง

Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร (ทัศนีย์และจงรักษ์, 2542) ปริมาณโปแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K, Ca, Mg) โดยการสกัดดินด้วยสารละลาย 1N · H4CH3COO pH 7.0 แล้วนำไปวัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์และจงรักษ์, 2542) สัดส่วนของดินทราย ดินร่วน และดินเหนียวของเนื้อดินแต่ละชนิด (Table 2)

**Table 2** Some physical and chemical properties of different soil texture.

| Properties | Soil texture | | |
|---|---|---|---|
| | Sandy loam | Silt loam | Clay |
| pH (1:1) | 6.12 | 7.14 | 6.81 |
| ECe (dS/m) | 0.53 | 0.54 | 2.68 |
| N (mg/kg) | 0.023 | 0.059 | 0.104 |
| Organic matter (%) | 0.55 | 1.03 | 2.91 |
| Avail. P (mg/kg) | 12.355 | 41.150 | 11.454 |
| Exchange. K (mg/kg) | 89.07 | 97.74 | 267.78 |
| Exchange. Ca (mg/kg) | 633.00 | 1844.42 | 3003.60 |
| Exchange. Mg (mg/kg) | 111.34 | 133.67 | 1148.62 |
| Sand (%) | 68.835 | 21.943 | 12.069 |
| Silt (%) | 14.473 | 52.309 | 13.543 |
| Clay (%) | 16.728 | 25.748 | 74.388 |

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ analysis of variance ของความงอก ดัชนีการงอก ความยาวยอดและความยาวราก โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ R และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ LSD

## 7. ผลการทดลองและวิจารณ์

### 7.1 ความงอก

จากการศึกษาผลของเนื้อดินและระดับความชื้นของดินที่มีต่อการงอกของข้าวโพด พบว่า เนื้อดินและความชื้นของดินมีผลทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่พันธุ์ข้าวโพดไม่มีผลต่อความงอก (Table 3) กล่าวคือ เนื้อดินหยาบมีความงอกเฉลี่ยสูงสุด คือ 96.25% ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับเนื้อดินปานกลาง และเนื้อดินเหนียวที่มีความงอก 80.20 และ 47.50% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลของความชื้นของดินที่มีต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด พบว่า ความชื้นของดินที่ 100%FC มีความงอกสูงสุด คือ 97.50% แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับที่ระดับความชื้น 75 %FC ซึ่งมีความงอก 95.83% และแตกต่างทางสถิติกับที่ความชื้น 50 และ 25%FC ที่มีความงอก 63.33 และ 41.94% ตามลำดับ

การทดสอบอิทธิพลร่วมของเนื้อดินและความชื้นของดินที่มีต่อการงอกของข้าวโพด มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3 และ Figure 1) จะเห็นได้ว่า ดินเนื้อหยาบที่ทุกระดับความชื้น ดินเนื้อปานกลางที่ระดับความชื้น 100%FC ($\theta_m$=0.2779), 75%FC ($\theta_m$=0.2084) และ 50%FC ($\theta_m$=0.1389) และดินเนื้อละเอียดที่ระดับความชื้น 100%FC ($\theta_m$=0.4179) และ 75%FC ($\theta_m$=0.3134) มีความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยความงอกสูงกว่า 90.00% ในขณะที่ดินเนื้อละเอียดที่มีความชื้น 50%FC ($\theta_m$=0.2084) และ 25%FC ($\theta_m$ 0.1044) เมล็ดข้าวโพดไม่สามารถงอกได้

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากดินเนื้อหยาบมีสัดส่วนของช่องบรรจุอากาศมากที่สุด จึงทำให้ดินมีความสามารถในการถ่ายเทอากาศได้ดี ส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างดินกับบรรยากาศ ทำให้ก๊าซออกซิเจนสามารถเคลื่อนที่ลงไปในดินให้เมล็ดพืชได้ใช้เพื่อกระบวนการหายใจ สร้างพลังงานเพื่อใช้ในกระบวนการงอกและเจริญได้ดี (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) และความชื้นในดินที่เมล็ดจะสามารถงอกได้อยู่ที่ร้อยละ 75 ถึงร้อยละ100 ของความจุสนาม ซึ่งเป็นความชื้นที่เหมาะสม ส่วนดินเนื้อปานกลางที่ระดับความชื้นดังกล่าว มีช่องว่างระหว่างเม็ดดินค่อนข้างมากทำให้เมล็ดสามารถงอกได้ดีและมีปริมาณน้ำที่เหมาะสม สำหรับในดินเนื้อละเอียด แม้ว่าดินเนื้อละเอียดมีช่องขนาดเล็กจำนวนมาก แต่ที่ระดับความชื้นดังกล่าว ปริมาณน้ำที่มีอยู่เพียงพอต่อกระบวนการงอกของเมล็ดพืช และที่ความชื้นดังกล่าวดินเหนียวที่มีโครงสร้างจะมีช่องบรรจุอากาศอยู่บ้างซึ่งสามารถช่วยในการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างในดินกับบรรยากาศได้ ส่วนดินเนื้อละเอียดมีสัดส่วนของช่องบรรจุอากาศน้อยมาก ประกอบกับน้ำในดินอยู่ภายใต้แรงดึงที่สูงมากทำให้เมล็ดพืชไม่สามารถดึงน้ำมาใช้ได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Benvenuti, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Bevec and Mlakar (2002) พบว่า ดินเนื้อหยาบมีผลทำให้ความงอก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้า amaranths สูงกว่าดินเนื้อละเอียด สอดคล้องกับงานทดลองของ Rinaldi *et al*. (2005) พบว่า ข้าวสาลี และ sugar beet ที่ปลูกในดินร่วนมีความงอกในไร่สูงกว่าการปลูกในดินเหนียว ส่วนระดับความชื้นของดินที่แตกต่างกันนั้น เมื่อให้ความชื้นในดินที่ระดับ 25, 45, 65 และ 85%FC ในข้าวฟ่าง พบว่า ความงอกของข้าวฟ่างลดลงเมื่อระดับความชื้นในดินลดลง (Takeie, 2005) ซึ่งสอดคล้องกับ Hosseini *et al*. (2009) พบว่า เมื่อระดับความชื้นในดินลดลงจาก 100%FC เหลือ 25%FC มีผลทำให้ความงอก ความสูงต้น พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งของถั่วลูกไก่ (chickpea) ลดลงจาก 78.14 เหลือเพียง 56.5% ในขณะที่ใช้เวลาในการงอกเพิ่มขึ้น 13.9 วัน

**7.2 ดัชนีการงอก**

จากการศึกษาผลของเนื้อดินและระดับความชื้นของดินที่มีต่อดัชนีการงอกของข้าวโพด พบว่า พันธุ์ข้าวโพด เนื้อดินและความชื้นของดินมีผลทำให้ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ ข้าวโพดพันธุ์ CP888 มีค่าดัชนีการงอก 4.33 สูงกว่าพันธุ์ NK 40 ที่มีค่าดัชนีการงอก 3.32 สำหรับเนื้อดินหยาบให้ค่าดัชนีการงอกเฉลี่ยสูงสุด คือ 5.21 ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับเนื้อดินปานกลาง และเนื้อดินเหนียวที่ให้ค่าดัชนีการงอก 4.19 และ 2.08 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลของความชื้นของดินที่มีต่อดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด พบว่า ความชื้นของดินที่ 100%FC มีค่าดัชนีการงอกสูงสุด คือ 5.51 แตกต่างทางสถิติกับที่ระดับความชื้น 75, 50 และ 25 %FC ซึ่งมีค่าดัชนีการงอก 4.78, 3.14 และ 1.88 ตามลำดับ

การทดสอบอิทธิพลร่วมของเนื้อดินและความชื้นของดินที่มีต่อดัชนีการงอกของข้าวโพด มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3 และ Figure 2) จะเห็นได้ว่า ค่าดัชนีการงอกจะลดลงตามระดับความชื้นที่ลดลง ดินเนื้อหยาบที่ระดับความชื้น 100%FC ($\theta_m$=0.1765), 75%FC ($\theta_m$=0.1322) และ 50%FC ($\theta_m$=0.0882)ดินเนื้อปานกลางที่ระดับความชื้น 100%FC ($\theta_m$=0.2779) และ 75%FC ($\theta_m$=0.2084) ดินเนื้อละเอียดที่ระดับความชื้น 100%FC ($\theta_m$=0.4179) มีค่าดัชนีการงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยดัชนีการงอกสูงกว่า 5.00 ในขณะที่ดินเนื้อละเอียดที่มีความชื้น 50%FC ($\theta_m$=0.2084) และ 25%FC ($\theta_m$ 0.1044) มีค่าดัชนีการงอก 0.00 เนื่องเมล็ดข้าวโพดไม่สามารถงอกได้ในเนื้อดินและระดับความชื้นดังกล่าว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในดินเนื้อหยาบสัดส่วนของช่องบรรจุอากาศมากการระบายน้ำและอากาศในดินจึงเป็นไปได้ด้วยดี ขณะเดียวกันดินก็มีช่องบรรจุน้ำในปริมาณที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดพืช สำหรับดินเนื้อละเอียด แม้ว่าจะมีน้ำอยู่ในดิน แต่พืชไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เพราะว่าที่ระดับความชื้นที่ต่ำมากนั้นน้ำจะอยู่ภายใต้แรงดึงที่ค่อนข้างสูง ประกอบกับดินเหนียวมีสัดส่วนของช่องบรรจุอากาศน้อยมาก ทำให้การถ่ายเทอากาศไม่ค่อยดี (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) จึงทำให้เมล็ดพืชได้รับปัจจัยที่ส่งเสริมการงอกอย่างจำกัด ส่งผลให้เมล็ดพืชไม่สามารถงอกออกมาได้ หากพิจารณาดัชนีการงอกในแต่ละเนื้อดิน พบว่า ค่าเฉลี่ยของดัชนีการงอกจะมีค่าสูงที่สุดที่ระดับความชื้นสูงและลดลงตามระดับความชื้นที่ลดลง การวัดดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นการประเมินความแข็งแรงของ

เมล็ดพันธุ์ ที่อาศัยความเร็วในการงอกของต้นกล้าเป็นเกณฑ์ ค่าดัชนีการงอกที่มากหมายความว่า เมล็ดพันธุ์นั้นมีอัตราการงอกที่เร็วและมีความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่สูงด้วย และจะมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงกว่า และยิ่งมีค่าน้อยแสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์นั้นมีอัตราการงอกที่ช้ากว่าความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ต่ำ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า (จวงจันทร์, 2529ข)

**7.3 ความยาวยอด**

จากการศึกษาผลของเนื้อดินและระดับความชื้นของดินที่มีต่อความยาวยอดของต้นกล้าข้าวโพด พบว่า พันธุ์ข้าวโพด เนื้อดินและความชื้นของดินมีผลทำให้ความยาวยอดของข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ ข้าวโพดพันธุ์ CP888 มีความยาวยอดเฉลี่ย 15.17 เซนติเมตร แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ NK 40 ที่มีความยาวยอด 11.89 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาผลของเนื้อดินที่แตกต่างกัน พบว่า เนื้อดินหยาบให้ความยาวยอดเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 19.25 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับเนื้อดินปานกลาง และเนื้อดินเหนียวที่มีความยาวยอด 15.18 และ 6.16 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ความชื้นของดินทำให้ความยาวยอดของข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ ความชื้นของดินที่ 100%FC มีความยาวยอดสูงสุด คือ 21.89 เซนติเมตร ในขณะที่ระดับความชื้น 75, 50 และ 25%FC มีความยาวยอด 18.33, 10.17 และ 3.73 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในดินเนื้อหยาบที่ระดับความชื้น 100%FC ($\theta_m$=0.1765) มีค่าเฉลี่ยความยาวยอดสูงสุดคือ 25.72 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับดินเนื้อหยาบที่ระดับความชื้น 75%FC ($\theta_m$=0.1322) ดินเนื้อปานกลางที่ระดับความชื้น 100%FC ($\theta_m$=0.2779) และ 75%FC ($\theta_m$=0.2084) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความยาวยอด เท่ากับ 23.77, 24.10 และ 23.59 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 4 และ Figure 3) อาจเนื่องจากในตำรับการทดลองดังกล่าวมีปริมาณน้ำและการระบายอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า ซึ่งน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งในการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งในระยะต้นกล้ามีความต้องการน้ำในการเจริญเติบโตและที่ระดับความชื้นดังกล่าวมีปริมาณน้ำมากพอที่ทำให้ต้นกล้าเจริญเติบโต ซึ่งพืชจะนำน้ำไปใช้ในกระบวนการทางชีวเคมีเพื่อสร้างอาหารซึ่งน้ำเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหารให้แก่ต้นพืช เมื่อมีปริมาณน้ำที่มากพอการเจริญเติบโตของต้นกล้าก็สูงขึ้นตามไปด้วย อีกทั้งในดินเนื้อหยาบ และปานกลาง มีการถ่ายเทอากาศดี โครงสร้างดินดีมีสัดส่วนของช่องขนาดใหญ่อยู่มาก ซึ่งดินเนื้อหยาบมีอัตราการแทรกซึมน้ำสูง เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) โดยภาพรวมแล้วพบว่าในตำรับการทดลองที่เป็นดินเนื้อหยาบและดินเนื้อปานกลางนั้น ค่าเฉลี่ยของความยาวต้นจะลดลงตามระดับความชื้นที่ลดลง แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำในดินเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อกระบวนการเจริญเติบโตทางลำต้นของข้าวโพด สำหรับตำรับการทดลองที่มีความชื้นต่ำมากๆ เช่น 25%FC ของดินเนื้อปานกลาง (2.80 เซนติเมตร), 50%FC และ 25%FC ของดินเนื้อละเอียด พบว่า มีค่าเฉลี่ยของความยาวต้นต่ำมาก โดยเฉพาะดินเนื้อละเอียดที่ระดับความชื้น 50%FC ($\theta_m$=0.2089) และ 25%FC ($\theta_m$=0.1044) มีความยาวต้นเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.00 เซนติเมตร เนื่องจากที่ระดับความชื้นดังกล่าวเมล็ดพันธุ์ของข้าวโพดไม่สามารถงอกได้ จึงไม่มีการเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าได้ ทั้งนี้อาจเพราะปริมาณน้ำในดินไม่เพียงพอต่อการงอกและการเจริญเติบโต และดินเนื้อละเอียดมีโครงสร้างที่ไม่ดีมีสัดส่วนของช่องขนาดเล็กอยู่มาก ดินจะมีอัตราการแทรกซึมต่ำ ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

**7.4 ความยาวราก**

จากการศึกษาผลของเนื้อดินและระดับความชื้นของดินที่มีต่อความยาวยอดของต้นกล้าข้าวโพด พบว่า พันธุ์ข้าวโพด เนื้อดินและความชื้นของดินมีผลทำให้ความยาวยอดของข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ ข้าวโพดพันธุ์ CP888 มีความยาวรากเฉลี่ย 16.95 เซนติเมตร แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ NK 40 ที่มีความยาวราก 14.22 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาผลของเนื้อดินที่แตกต่างกัน พบว่า เนื้อดินหยาบให้ความยาวรากเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 22.88 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับเนื้อดินปานกลาง และเนื้อดินเหนียวที่มีความยาวราก 16.60 และ 7.27 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในขณะที่ความชื้นของดินทำให้ความยาวรากของข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ ความชื้นของดินที่ 75 %FC มีความยาวรากสูงสุด คือ 20.99 เซนติเมตร ในขณะที่ระดับความชื้น 100, 50 และ 25 %FC มีความยาวยอด 18.32, 14.40 และ 8.61 เซนติเมตร ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยของความรากของต้นกล้าข้าวโพด ซึ่งความยาวของรากเป็นดัชนีหนึ่งที่สามารถใช้บ่งชี้ความแข็งแรงสมบูรณ์ของเมล็ดพันธุ์พืชได้ และการเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์แสดงถึงการ ใช้น้ำของต้นกล้าพืช จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ดินเนื้อหยาบที่ระดับความชื้น 75%FC ($\theta_m$=0.1332) ความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 25.42 เซนติเมตร รองลงมาคือ ดินเนื้อหยาบที่ระดับความชื้น 100%FC ($\theta_m$=0.1765), 50%FC ($\theta_m$=0.0882) ดินเนื้อปานกลางที่ระดับความชื้น 75%FC ($\theta_m$=0.2084) ซึ่งมีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 23.95, 23.54 และ 23.32 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนในดินเนื้อละเอียดที่ระดับความชื้น 50%FC ($\theta_m$=0.2089)และ 25%FC ($\theta_m$=0.1044) มีความยาวรากเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 0.00 เซนติเมตร ซึ่งเป็นเนื้อดินและระดับความชื้นที่เมล็ดข้าวโพดไม่สามารงอกได้ (Table 4 และ Figure 4) หากพิจารณาในภาพรวม พบว่า ดินเนื้อหยาบทุกระดับความชื้นมีค่าความยาวรากของต้นกล้าค่อนข้างสูงกว่าทุกตำรับการทดลอง ผลที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากในดินเนื้อหยาบและดินเนื้อปานกลางมีปริมาณน้ำและอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของรากพืช ซึ่งน้ำและอากาศในดินเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโต รากมีความยาวเพิ่มขึ้นเป็นเพราะได้รับน้ำที่เพียงพอ ซึ่งรากพืชจะแสวงหาน้ำจากดินได้ 2 วิธีคือ การไหลของน้ำจากดินบริเวณที่ชื้นกว่ามายังดินบริเวณรอบรากพืชที่แห้งกว่าและการแผ่ขยายของรากพืชไปยังดินที่ชื้นกว่า แต่เมื่อดินเริ่มแห้งรากจะแผ่ขยายลงสู่ส่วนลึกของดินซึ่งยังมีความชื้นอยู่เพื่อแสวงหาน้ำ จากวิธีการดังกล่าว รากขนอ่อนของพืชจะดูดน้ำไปใช้ได้ดีในดินที่มีระดับความชื้นสูง จึงพบว่าดินที่มีความชื้นสูงจะมีค่าเฉลี่ยของความยาวรากสูงด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ในกระบวนการเจริญของราก ส่วนแรกที่จะเจริญออกมาจากเมล็ดพันธุ์ คือ รากแรกเกิด (radicle) ด้วยบทบาทของน้ำที่ทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนนุ่ม จึงทำให้รากแรกเกิดงอกได้สะดวกมากขึ้น รากแรกเกิดเมื่อออกมาก่อนจะทำหน้าที่ค้ำจุนต้นกล้า ดูดน้ำและแร่ธาตุอาหารส่งไปยังใบเลี้ยงและยอดอ่อน เพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้าต่อไป (จวงจันทร์, 2529ก) ดังนั้นถ้าเมล็ดพืชมีความแข็งแรง กระบวนการงอกไม่ถูกจำกัดก็จะส่งผลต่อความแข็งแรงของรากพืชซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการค้ำจุนต้นพืช ซึ่งสอดคล้องกับ Takeie (2005) พบว่า ความยาวยอดและความยาวรากของข้าวฟ่างลดลง เมื่อระดับความชื้นของดินลดลง

## 8. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของเนื้อดินและความชื้นต่อการงอกของเมล็ดข้าวโพดพันธุ์ CP888 และ NK40 สามารถสรุปได้ว่า เนื้อดินและความชื้นเป็นสมบัติดินที่มีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยพบว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเป็นอิทธิพลร่วมของเนื้อดินและความชื้นของดิน เนื้อดินและความชื้นของดินไม่มีผลทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด CP888 และ NK40 แตกต่างกัน เนื้อดินหยาบมีความงอก ดัชนีการงอกและความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุดแตกต่างทางสถิติกับเนื้อดินปานกลาง และเนื้อดินเหนียว ส่วนระดับความชื้นที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความงอก ดัชนีการงอก ความยาวยอดและความยาวรากแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่า ความชื้นดินที่ 100% ให้ค่าความงอก ดัชนีการงอกและความยาวยอดสูงสุด รองลงมาคือ ความชื้นดินที่ 75, 50 และ 25%FC จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อหยาบในทุกระดับความชื้น ดินเนื้อปานกลางที่ความชื้น 100, 75, และ 50%FC และดินเนื้อละเอียดที่ความชื้น 100 และ 75%FC มีความงอกสูงกว่า 90%

## 9. เอกสารอ้างอิง


คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. **คู่มือปฏิบัติการ ปฐพีวิทยาเบื้องต้นและวิทยาศาสตร์ทางดิน**. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 10.

คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา. 2542. **พืชเศรษฐกิจ** . สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529ก. **การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์**. กลุ่มหนังสือเกษตร กรุงเทพฯ.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529ข. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์**. กลุ่มหนังสือเกษตร กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Bevec, F. and S.G. Mlakar. 2002. Effects of soil and climatic conditions on emergence of grain amaranths. **Eur. J. Agron.** 17: 93-103.

Benvenuti, S. 2003. Soil texture involvement in germination and emergence of buried weed seeds. **Agron J.** 95: 191-198.

Demir, I. and K. Mavi. 2008. Effect of salt and osmotic stress on the germination of pepper seeds of different maturation stages. **Braz. Arch. Biol. Technol.** 51: 897-902.

El-Dardiry, E.I. 2007. Effect of soil and water salinity on barley grains germination under some amendments. **World J. Agric. Sci.** 3: 329-338.

Hosseini N.M., K.H.M. Siddique, J.A. Palta and J. Berger. 2009. Effect of soil moisture content on seedling emergence and early growth of some chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. **J. Agric. Sci. Technol.** 11: 401-411.

Janmohammadi, M., P.M. Dezfuli and F. Sharifzadeh. 2008. Seed invigoration techniques to improve germination and early growth of inbred line of maize under salinity and drought stress. **Gen. Appl. Plan. Physiol.** 34: 215-226.

Kaya, M.D., G. Okcu, M. Atak, Y. cikili and O. Kolsarici. 2006. seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus L.)*. **Eur.J. Agron**. 24: 291-295

Kocheva, K., P. Lambrev, G. Georgiev, V. Goltsev and M. Karabaliev. 2004. Evaluation of chlorophyll fluorescence and membrane injury in the leaves of barley cultivars under osmotic stress. **Bioelectrochemistry** 63: 121-124.

Maiti, R.K. and S. Moreno-Limon. 2001. Seed and Seedling Traits in Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and its relation to abiotic stress resistance. **Legume Res.** 24 211-221.

Masyhudi, M.F. and A.D. Ambarwati. 1993. Somaclonal variation of indica and javanica rice. **Penelitian-Pertanian (Indonesia)** 13(2): 45-51.

Rinaldi, M., E. Di Paolo, G.M. Richter and R. W. Payne. 2005. Modelling the effect of soil moisture on germination and emergence of wheat and sugar beet with the minimum number of parameters. **Ann. Appl. Biol**. 147: 69-80.

Tylor, A.G., J.E. Motes and M.B. Krirkham. 1982. Germination and seedling growth characteristics of three tomato species affected by water deficits. **Hort J.** 107: 282-285.

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-38.

Zhang, X.Y., C.L. Liu, J.J. Wang, F.G. Li and W.W. Ye. 2007. Drought-tolerance evaluation of cotton with PEG water-stress method. **Cotton Sci.** 19: 205-209.

**Table 3** Germination percentage and germination index of single corn hybrid cv. CP888 and NK40 as affected by soil texture and moisture content.

| Treatments | | Germination (%) | Germination index |
|---|---|---|---|
| Variety | CP 888 | 77.28 a [1/] | 4.33 a |
| | NK 40 | 72.08 a | 3.32 b |
| F-test | | ns | ** |
| C.V. (%) | | 12.55 | 23.00 |
| Soil texture | Sandy loam | 96.25 A | 5.21 A |
| | Silt loam | 80.20 B | 4.19 B |
| | Clay | 47.50 C | 2.08 C |
| F-test | | ** | ** |
| C.V. (%) | | 7.83 | 5.11 |
| Soil moisture | 100 %FC | A 97.50 | A 5.51 |
| | 75 %FC | A 95.83 | B 4.78 |
| | 50 %FC | B 63.33 | C 3.14 |
| | 25 %FC | C 41.94 | D 1.88 |
| F-test | | ** | ** |
| C.V. (%) | | 9.08 | 21.78 |
| F-test | V x S | ** | ns |
| | V x MC | ** | ns |
| | S x MC | ** | ** |
| | V x S x MC | ** | ns |

[1/] Means within the same column followed by the same letters are not significantly different by LSD

** = significant at 99 %

ns = non-significant difference

**Table 4** Shoot and root length of single corn hybrid cv. CP888 and NK40 as affected by soil texture and moisture content.

| Treatments | | Shoot length (cm) | Root length (cm) |
|---|---|---|---|
| Variety | CP 888 | 15.17 a [1/] | 16.95 a |
| | NK 40 | 11.89 b | 14.22 b |
| F-test | | ** | ** |
| C.V. (%) | | 10.14 | 8.73 |
| Soil texture | Sandy loam | 19.25 A | 22.88 A |
| | Silt loam | 15.18 B | 16.60 B |
| | Clay | 6.16 C | 7.27 C |
| F-test | | ** | ** |
| C.V. (%) | | 11.84 | 5.51 |
| Soil moisture | 100 %FC | A 21.89 | B 18.32 |
| | 75 %FC | B 18.33 | A 20.99 |
| | 50 %FC | C 10.17 | C 14.40 |
| | 25 %FC | D 3.73 | D 8.61 |
| F-test | | ** | ** |
| C.V. (%) | | 12.58 | 7.08 |
| F-test | V x S | ** | ns |
| | V x MC | ns | ns |
| | S x MC | ** | ** |
| | V x S x MC | ns | ns |

[1/] Means within the same column followed by the same letters are not significantly different by LSD

** = significant at 99 %

ns = non-significant difference

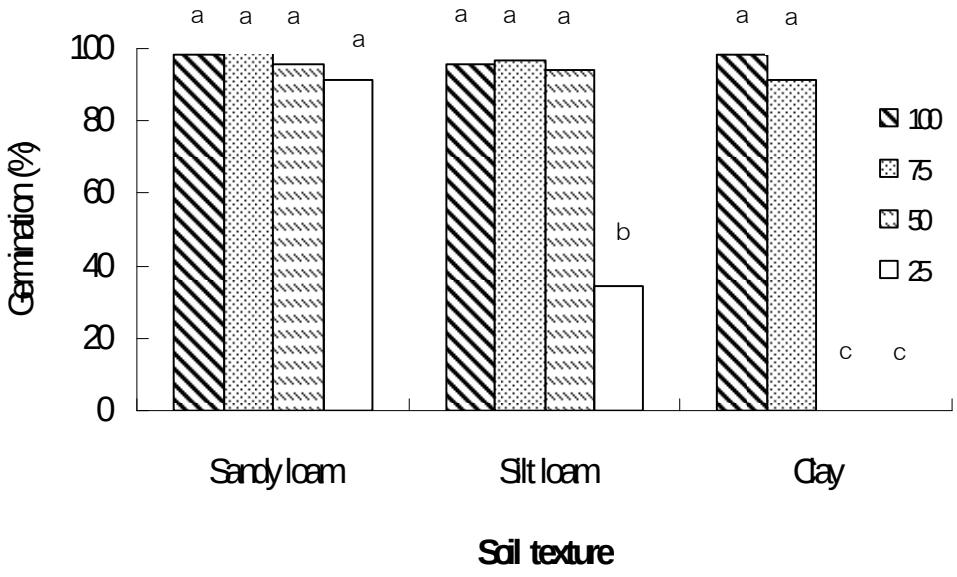


**Figure 1** Germination percentage of of maize as affected by soil texture and moisture content.

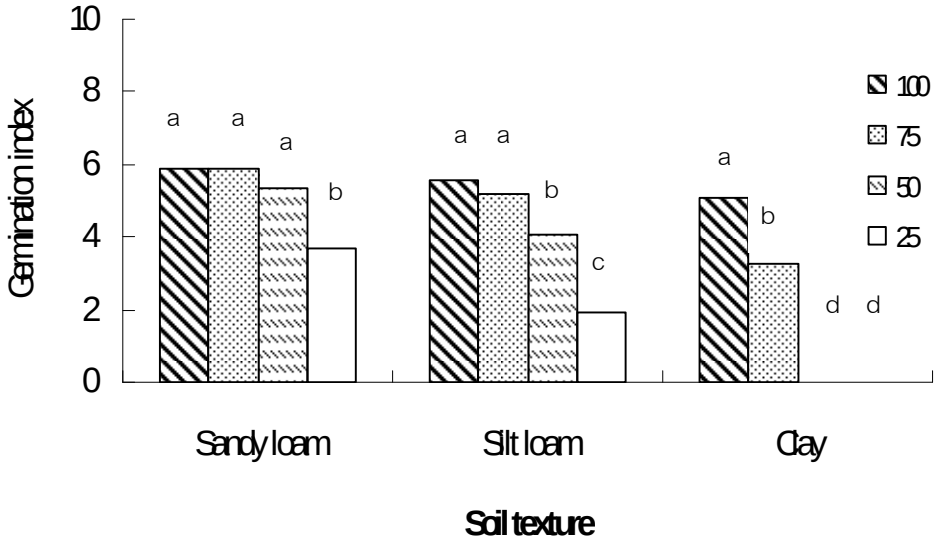


**Figure 2** Germination index of maize as affected by soil texture and moisture content.

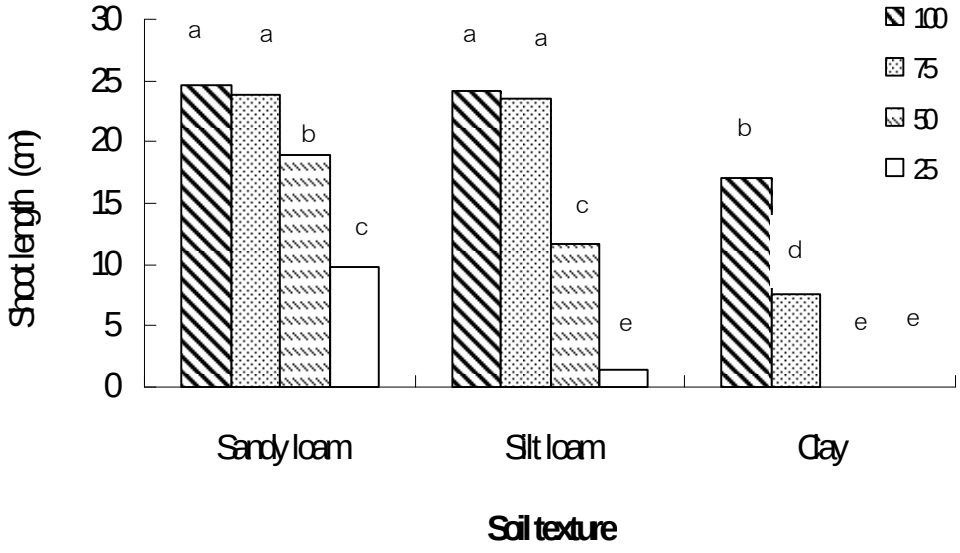


**Figure 3** Shoot length (cm) of maize as affected by soil texture and moisture content.

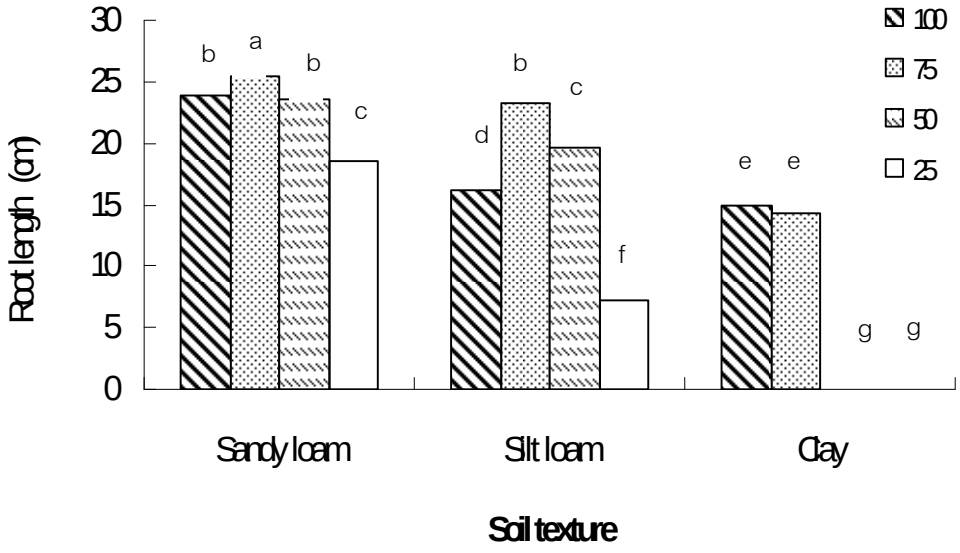


**Figure 4** Root length (cm) of maize as affected by soil texture and moisture content.