# บทที่ 4
# ผลการทดลองและวิจารณ์

## 4.1 การทดลองในพื้นที่เกษตรกร

### 4.1.1 สมบัติทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่เกษตรกรผลิตขึ้น

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่เกษตรกรผลิตขึ้นเอง 2 สูตร ได้แก่ สูตรบำรุงดอกและผล และสูตรบำรุงต้น พบว่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพในอัตราเข้มข้นทั้ง 2 สูตรมีค่าใกล้เคียงกันคือ 4.1-4.2 ส่วนปริมาณธาตุอาหารพืชมีอยู่ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน คือมีไนโตรเจนประมาณ 1.13-1.15 % ฟอสฟอรัส 0.41-0.44 % โพแทสเซียม 0.93-1.07 % แคลเซียม 0.61-0.69 % แมกนีเซียม 0.1-0.13% เหล็ก 10-14 $mg.kg^{-1}$ แมงกานีส 17-18 $mg.kg^{-1}$ และสังกะสี 8-9 $mg.kg^{-1}$ (ตารางที่ 4) จากการสอบถามวิธีการผลิตน้ำสกัดชีวภาพทั้ง 2 สูตรจากเกษตรกรพบว่าทั้ง 2 สูตรใช้ผักและปลาหมักกับกากน้ำตาลเหมือนกันแต่น้ำสกัดชีวภาพสูตรบำรุงดอกและผลมีการเพิ่มผลไม้สีเหลืองลงไปในการหมักด้วย เช่น กล้วย มะละกอ ฟักทอง สับปะรด เป็นต้น โดยเชื่อว่าผลไม้สีเหลืองช่วยเพิ่มฮอร์โมนพืช เมื่อเปรียบเทียบค่าการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ใช้ในการทดลองนี้กับค่าการวิเคราะห์น้ำสกัดชีวภาพที่ปรากฏในรายงานของกรมวิชาการเกษตร (2544) และมะลิวัลย์ (2545) กล่าวได้ว่า น้ำสกัดชีวภาพที่เกษตรกรใช้ในการทดลองนี้ มี pH ปริมาณ N P K Ca และ Mg อยู่ในช่วงเดียวกันกับที่มีอยู่ในรายงานของกรมวิชาการเกษตร (2544) และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าวิเคราะห์น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตโดยเกษตรกรในภาคเหนือของมะลิวัลย์ (2545) ได้รายงานว่า ปริมาณ N P และ K ทั้งหมดในน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตโดยเกษตรกรและที่ผลิตขึ้นตามคำแนะนำ มีไม่เกิน 0.73 % 0.17 % และ 11.24 % ตามลำดับ และมี Ca Mg Fe Cu Mn และ Zn ไม่เกินดังต่อไปนี้ Ca 2,752 $mg.kg^{-1}$ Mg 690 $mg.kg^{-1}$ Fe 131 $mg.kg^{-1}$ Cu 5 $mg.kg^{-1}$ Mn 56 $mg.kg^{-1}$ และ Zn 129 $mg.kg^{-1}$ กล่าวได้ว่าน้ำสกัดชีวภาพของเกษตรกรที่ใช้ในการทดลองนี้มีปริมาณธาตุอาหาร N P และ Mg อยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าน้ำสกัดชีวภาพที่เกษตรกรในภาคเหนือผลิตขึ้น แต่มี K Fe Mn และ Zn ต่ำกว่า ส่วนค่า pH อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับน้ำสกัดชีวภาพสูตรต่างๆที่กรมวิชาการเกษตร (2544) และ มะลิวัลย์ (2545) ได้รายงาน แต่ในแง่ของปริมาณฮอร์โมนพืชในการทดลองนี้ไม่ได้ครอบคลุมถึงการวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนพืช ดังนั้นจึงไม่สามารถบอกได้ว่าน้ำสกัดชีวภาพทั้ง 2 สูตรมีปริมาณฮอร์โมนพืชแตกต่างกันหรือไม่

แต่จากรายงานของสุนันทาและคณะ (2545) พบว่า น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากผักและผลไม้ เช่น มะละกอ กล้วย ฟักทอง มีปริมาณ IAA 0.5 $\mu g.ml^{-1}$ $GA_3$ 18.27 $\mu g.ml^{-1}$ Zeatin 11.38 $\mu g.ml^{-1}$ และ Kinetin 8.16 $\mu g.ml^{-1}$ เมื่อหมักเป็นเวลา 1 ปี

ตารางที่ 4 สมบัติทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากเกษตรกร (นายทวี ทองอิ่ม)

| สมบัติทางเคมี ของน้ำสกัดชีวภาพ | น้ำสกัดชีวภาพสูตร | |
|---|---|---|
| | บำรุงดอกผล | บำรุงต้น |
| pH | 4.19 | 4.17 |
| % N | 1.13 | 1.15 |
| % P | 0.41 | 0.44 |
| % K | 0.93 | 1.07 |
| % Ca | 0.61 | 0.69 |
| % Mg | 0.13 | 0.10 |
| Fe ($mg.kg^{-1}$) | 14 | 10 |
| Mn ($mg.kg^{-1}$) | 18 | 17 |
| Cu ($mg.kg^{-1}$) | no | no |
| Zn ($mg.kg^{-1}$) | 8 | 9 |

**4.1.2 สมบัติของดินในแปลงเกษตรกร**

**4.1.2.1 สมบัติทางเคมีของดิน**

ช่วงก่อนปลูก

ในช่วงก่อนการปลูกพริก ดินจากพื้นที่ซึ่งไม่เคยใช้น้ำสกัดชีวภาพและที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพมา 2 ปี มีสมบัติทางเคมีไม่แตกต่างกัน ยกเว้นปริมาณโพแทสเซียม เหล็ก และแมงกานีสที่สกัดได้ ดินในพื้นที่ซึ่งใช้น้ำสกัดชีวภาพมาแล้ว 2 ปีมีมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ จากสมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกกล่าวได้ว่าดินมี pH เป็นด่างเล็กน้อย อยู่ในช่วง 7.18-7.25 ซึ่งเหมาะสมกับการปลูกพืชโดยทั่วไป มีเปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง คือ 1.79-1.84 % มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้อยู่ในช่วง 159-181 $mg.kg^{-1}$ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 169-210 $mg.kg^{-1}$ ตลอดจนปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงมากคือ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 2,225-2,494 $mg.kg^{-1}$ ปริมาณ

แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 157-161 $mg.kg^{-1}$ ส่วนปริมาณเหล็กที่สกัดได้อยู่ในช่วง 18-23 $mg.kg^{-1}$ ซึ่งอยู่ในระดับสูงเช่นกัน ในขณะที่ปริมาณของแมงกานีสที่สกัดได้มีอยู่ในระดับที่สูงมาก คืออยู่ในช่วง 40-49 $mg.kg^{-1}$ ส่วนปริมาณทองแดงที่สกัดได้มีประมาณ 1 $mg.kg^{-1}$ และสังกะสีที่สกัดได้ มีประมาณ 2 $mg.kg^{-1}$ ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินในช่วงก่อนปลูกพริก

| ผลการวิเคราะห์ดิน | พื้นที่ที่ไม่เคยใช้น้ำสกัดชีวภาพ (1 ปี และ ปุ๋ยเคมี) | พื้นที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 2 ปี (3 ปี) | t-test |
|---|---|---|---|
| pH | 7.18 | 7.25 | ns |
| OM ($g.kg^{-1}$) | 17.9 | 18.4 | ns |
| avialable P ($mg.kg^{-1}$) | 159 | 181 | ns |
| exchangeable K ($mg.kg^{-1}$) | 169 | 210 | * |
| exchangeable Ca ($mg.kg^{-1}$) | 2494 | 2225 | ns |
| exchangeable Mg ($mg.kg^{-1}$) | 157 | 164 | ns |
| extractable Fe ($mg.kg^{-1}$) | 18 | 23 | * |
| extractable Cu ($mg.kg^{-1}$) | 1 | 1 | ns |
| extractable Mn ($mg.kg^{-1}$) | 40 | 49 | * |
| extractable Zn ($mg.kg^{-1}$) | 2 | 2 | ns |

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ช่วงฤดูปลูกพริก

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของดินจากพื้นที่ปลูกพริกโดยการใช้ปุ๋ยเคมีกับที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพพบว่า ในช่วงต้นฤดูและกลางฤดูปลูก ดินที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี มี pH สูงกว่าดินที่ใช้ปุ๋ยเคมีมาโดยตลอดอย่างมีนัยสำคัญ คือ มี pH อยู่ในช่วง 7.36 และ 7.32 ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีมี pH อยู่ในช่วง 6.93-7.12 ดินที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรก มี pH อยู่ในช่วง 7.00-7.24 ซึ่งไม่แตกต่างจากดินที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีมาโดยตลอดและไม่แตกต่างจากดินที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี ในช่วงปลายฤดูปลูกพบว่าดินจากพื้นที่ที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องและดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี มี pH ไม่แตกต่างกัน

ในแง่ของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน พบว่า ดินจากทุกพื้นที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในทุกช่วงของการเพาะปลูกพริก โดยต้นฤดูปลูกมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วงตั้งแต่ 15.6-16.58 $g.kg^{-1}$ (1.56-1.68 %) กลางฤดูปลูกอยู่ในช่วง 17.5-18.2 $g.kg^{-1}$ (1.75-1.82%) และปลายฤดูปลูกอยู่ในช่วง 17.9-18.4 $g.kg^{-1}$ (1.79-1.84 %)

สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้พบว่าในช่วงต้นฤดูและกลางฤดูปลูกดินที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้อยู่ในระดับสูงกว่าดินที่ใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง และดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรก 179-186 $mg.kg^{-1}$ ในการที่ดินที่ใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องมีปริมาณ 159-162 $mg.kg^{-1}$ ส่วนดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรกมีประมาณ 151-153 $mg.kg^{-1}$ ในช่วงปลายฤดูปลูกปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินจากพื้นที่ที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีและที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปีมีประมาณ 166 และ 177 $mg.kg^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน

ในแง่ของปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ พบว่าตลอดช่วงฤดูกาลปลูกพริกดินจากพื้นที่ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยเคมีมาโดยตลอดมีปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ 235-250 $mg.kg^{-1}$ ซึ่งมากกว่าดินจากพื้นที่ซึ่งมีการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกันเป็นเวลา 3 ปี (209-213 $mg.kg^{-1}$ ) อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปีมีปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างจากดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรก

ในกรณีของปริมาณแคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้พบว่าในช่วงต้นฤดูปลูก ดินที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพมีปริมาณแคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง ดินที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี มีปริมาณแคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างจากที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรก แต่ในช่วงกลางฤดูปลูกทุกพื้นที่มีปริมาณแคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างกัน ส่วนปลายฤดูปลูกพบว่าดินที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีมีปริมาณแคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินจากพื้นที่ที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามทุกพื้นที่มีปริมาณแคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากการใช้ปูนโดโลไมท์

สำหรับปริมาณแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้พบว่าในช่วงต้นฤดูและกลางฤดูปลูกทุกพื้นที่มีปริมาณแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างกัน ในช่วงปลายฤดูปลูกดินจากพื้นที่ซึ่งมีการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี มีปริมาณแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้มากกว่าพื้นที่ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองของดินในช่วงฤดูปลูกพริก

| ผลการวิเคราะห์ดิน | time | ค่าเฉลี่ย | | | t-test | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cf | 1 year | 3 year | cf vs 1 | cf vs 3 | 1 vs 3 |
| pH | ต้นฤดูปลูก | 7.12 | 7.24 | 7.36 | ns | * | ns |
| | กลางฤดูปลูก | 6.93 | 7.00 | 7.32 | ns | * | ns |
| | ปลายฤดูปลูก | 6.73 | - | 6.93 | - | ns | - |
| OM ($g.kg^{-1}$) | ต้นฤดูปลูก | 16.8 | 15.8 | 15.6 | ns | ns | ns |
| | กลางฤดูปลูก | 18.2 | 17.5 | 17.9 | ns | ns | ns |
| | ปลายฤดูปลูก | 17.9 | - | 18.4 | - | ns | - |
| Avialable P ($mg.kg^{-1}$) | ต้นฤดูปลูก | 159 | 153 | 179 | ns | * | * |
| | กลางฤดูปลูก | 162 | 151 | 186 | ns | * | * |
| | ปลายฤดูปลูก | 166 | - | 177 | - | ns | - |
| Exchangeable K ($mg.kg^{-1}$) | ต้นฤดูปลูก | 239 | 165 | 210 | * | * | ns |
| | กลางฤดูปลูก | 235 | 161 | 213 | * | * | ns |
| | ปลายฤดูปลูก | 250 | - | 209 | - | * | - |
| Exchangeable Ca ($mg.kg^{-1}$) | ต้นฤดูปลูก | 2431 | 3117 | 2921 | * | * | ns |
| | กลางฤดูปลูก | 3188 | 3030 | 2989 | ns | ns | ns |
| | ปลายฤดูปลูก | 3120 | - | 2543 | - | * | - |
| Exchangeable Mg ($mg.kg^{-1}$) | ต้นฤดูปลูก | 157 | 160 | 172 | ns | ns | ns |
| | กลางฤดูปลูก | 184 | 183 | 181 | ns | ns | ns |
| | ปลายฤดูปลูก | 155 | - | 195 | - | * | - |

cf กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณเหล็กในช่วงต้นฤดูและกลางฤดูปลูกพริกพบว่าดินที่ใช้ปุ๋ยเคมีมีปริมาณเหล็กที่สกัดได้น้อยกว่าดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปีและ 1 ปี อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปีกับ 1 ปีไม่มีความแตกต่างกันในด้านปริมาณเหล็กที่สกัดได้ ช่วงต้นฤดูปลูกการใช้น้ำสกัดชีวภาพ

3 ปีและ 1 ปีมีปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้มากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วงกลางฤดูปลูกดินที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปีและ 1 ปี มีปริมาณแมงกานีสในดินไม่แตกต่างกัน และทั้งสองพื้นที่มีปริมาณแมงกานีสมากกว่าดินจากพื้นที่ที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างต่อเนื่อง ในช่วงปลายฤดูปลูกพบว่าทุกพื้นที่ไม่มีความแตกต่างกันในด้านปริมาณของแมงกานีสที่สกัดได้ ในกรณีของปริมาณสังกะสีและทองแดงที่สกัดได้พบว่าดินจากทุกพื้นที่ไม่มีความแตกต่างกันตลอดช่วงฤดูปลูก (ตารางที่ 7)

**ตารางที่ 7** ผลการวิเคราะห์จุลธาตุในดินช่วงฤดูปลูกพริก

| สมบัติของดิน | ระยะเวลา | ค่าเฉลี่ย | | | t-test | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cf | 1 year | 3 year | cf vs 1 | cf vs 3 | 1 vs 3 |
| Extractable Fe ($mg.kg^{-1}$) | ต้นฤดูปลูก | 23 | 28 | 33 | * | * | ns |
| | กลางฤดูปลูก | 24 | 30 | 31 | * | * | ns |
| | ปลายฤดูปลูก | 25 | - | 30 | - | ns | - |
| Extractable Cu ($mg.kg^{-1}$) | ต้นฤดูปลูก | 1 | 1 | 1 | ns | ns | ns |
| | กลางฤดูปลูก | 1 | 1 | 1 | ns | ns | ns |
| | ปลายฤดูปลูก | 1 | - | 1 | - | ns | - |
| Extractable Mn ($mg.kg^{-1}$) | ต้นฤดูปลูก | 40 | 41 | 47 | ns | * | * |
| | กลางฤดูปลูก | 45 | 52 | 52 | * | * | ns |
| | ปลายฤดูปลูก | 41 | - | 48 | - | ns | - |
| Extractable Zn ($mg.kg^{-1}$) | ต้นฤดูปลูก | 2 | 2 | 2 | ns | ns | ns |
| | กลางฤดูปลูก | 3 | 2 | 2 | ns | ns | ns |
| | ปลายฤดูปลูก | 2 | - | 2 | - | ns | - |

cf กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

#### 4.1.2.2 มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน (microbial biomass)

ในช่วงที่พริกออกดอกและติดผลปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ในมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ (MBC) ในดินที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี มีประมาณ 1645 $\mu gC.g^{-1}soil$ และในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตพริกมีประมาณ 1004 $\mu gC.g^{-1}soil$ ซึ่งมากกว่าดินจากพื้นที่ที่ใช้ปุ๋ยเคมี (470-915 $\mu gC.g^{-1}soil$)

อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ (MBN) ในดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี (161 $\mu gN.g^{-1}soil$) มีมากกว่าดินที่ใช้ปุ๋ยเคมี (75 $\mu gN.g^{-1}soil$) เฉพาะช่วงฤดูเก็บเกี่ยว สำหรับช่วงออกดอกและผลปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในทุกพื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับพื้นที่ซึ่งมีการใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรกมีปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินในช่วงพริกออกดอกและผลประมาณ 1399 $\mu gC.g^{-1}soil$ และปริมาณไนโตรเจนในมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินมีประมาณ 224 $\mu gN.g^{-1}soil$ ซึ่งไม่แตกต่างจากพื้นที่ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องและพื้นที่ที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปีอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 8)

**ตารางที่ 8 มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน**

| มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน | ช่วงเวลา | เฉลี่ย | | | t-test | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cf | 1 year | 3 year | cf vs 1 | cf vs 3 | 1 vs 3 |
| มวลชีวภาพของคาร์บอน | ช่วงออกดอกและผล | 915 | 1399 | 1645 | ns | * | ns |
| ($\mu gC.g^{-1}soil$) | ช่วงเก็บเกี่ยว | 470 | - | 1004 | - | * | - |
| มวลชีวภาพของไนโตรเจน | ช่วงออกดอกและผล | 195 | 224 | 421 | ns | ns | ns |
| ($\mu gN.g^{-1}soil$) | ช่วงเก็บเกี่ยว | 75 | - | 161 | - | * | - |

cf กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

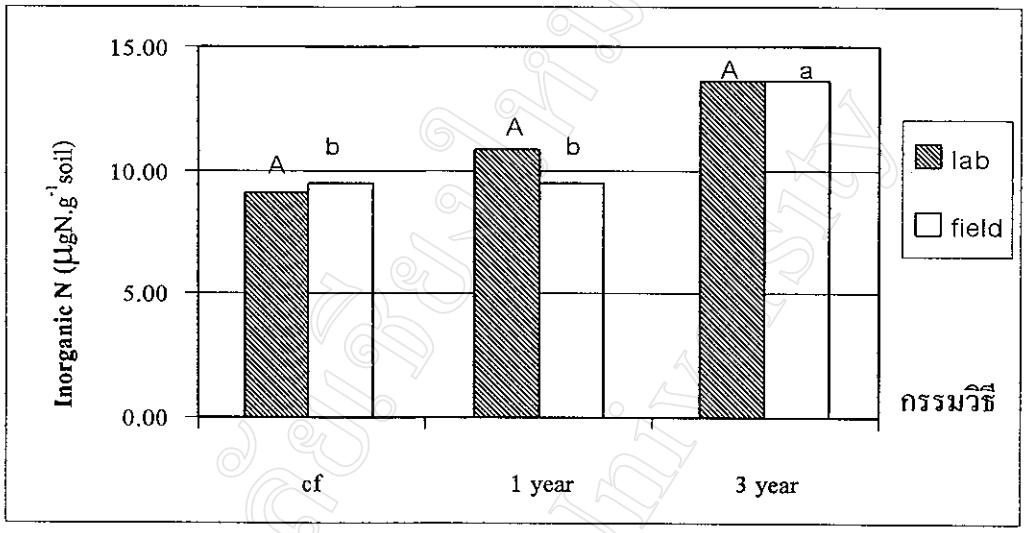
* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลของการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี ซึ่งทำให้ดินมีมวลชีวภาพของจุลินทรีย์มากกว่าดินที่ใช้ปุ๋ยเคมีสอดคล้องกับรายงานของ Gunpala และ Scow (1998) ที่พบว่าดินที่ใช้ในการเกษตรแบบอินทรีย์มีมวลชีวภาพคาร์บอนและไนโตรเจนของจุลินทรีย์ดินมากกว่าดินที่ใช้ทำการเกษตรแบบใช้ปุ๋ยเคมี

#### 4.1.2.3 ปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนในดิน

จากการบ่มดินในแปลงและห้องทดลองเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าภายใต้สภาพการบ่มดินในห้องทดลองปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นเวลา 1 ปีและ 3 ปีตามลำดับ สำหรับการบ่มดินในแปลงทดลองพบว่าปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินที่

ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี มีมากกว่ากรรมวิธีที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพเพียงปีเดียวและดินที่ใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 1)




**รูปที่ 1** ปริมาณอนินทรีย์ในโตรเจนที่ปลดปล่อยจากดินที่บ่มในแปลงทดลองและห้องปฏิบัติการ

ผลการทดลองนี้พบว่าดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี มีปริมาณอนินทรีย์ในโตรเจนมากกว่าดินที่ใช้ปุ๋ยเคมี สนับสนุนรายงานของ Gunapala และ Scow (1998) ซึ่งพบว่าดินที่ใช้ทำการเกษตรแบบอินทรีย์มีการปลดปล่อยไนโตรเจนจากสารประกอบอินทรีย์มากกว่าดินที่ใช้ปุ๋ยเคมี

### 4.1.3 การเจริญเติบโต ผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารพริกในแปลงเกษตรกร

#### 4.1.3.1 การเจริญเติบโตของพริก

หลังจากการย้ายปลูกเป็นเวลา 2-4 เดือน การใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี หรือ 1 ปี ให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมีในแง่ของขนาดของทรงพุ่มของพริก แต่ในเดือนที่ 5 พบว่าพริกที่ปลูกโดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี (85.6 ซม.) มีขนาดทรงพุ่มใหญ่กว่าพริกที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 1 ปี (68.9 ซม.) อย่างมีนัยสำคัญ ในแง่ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นก็เป็นไปในทำนองเดียวกันกับขนาดทรงพุ่ม ในแง่ของความสูงเดือนที่ 4 พบว่าพริกที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี (70.4 ซม.) มีความสูงมากกว่าพริกที่ปลูกโดยการใช้ปุ๋ยเคมี (62.5 ซม.) สำหรับพริกที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรกมีความสูงไม่แตกต่างจากพริกที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี และไม่แตกต่างจากพริกที่ปลูกโดยการใช้ปุ๋ยเคมีด้วย แต่ในเดือนที่ 5 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนคือพริกที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี

(94.7 ซม.) มีความสูงมากกว่าพริกที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 1ปี (72.5 ซม.) และพริกที่ใช้ปุ๋ยเคมี (68.1 ซม.) อย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 9 และรูปที่ 2 รูปที่ 3 และรูปที่ 4

**ตารางที่ 9** เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มและลำต้น และความสูงของพริก

| การเจริญเติบโตของต้นพริก | ค่าเฉลี่ย | | | t-test | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | cf | 1 ปี | 3 ปี | cf vs 1 | cf vs 3 | 1 vs 3 |
| **เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (ซม.)** | | | | | | |
| กันยายน (2 เดือน) | 27.6 | 27.3 | 28.4 | ns | ns | ns |
| พฤศจิกายน (4 เดือน) | 54.8 | 55.2 | 59.2 | ns | ns | ns |
| ธันวาคม (5 เดือน) | 66.3 | 68.9 | 85.6 | ns | * | * |
| **ความสูง (ซม.)** | | | | | | |
| กันยายน (2 เดือน) | 36.5 | 36.9 | 42.9 | ns | ns | ns |
| พฤศจิกายน (4 เดือน) | 62.5 | 65.5 | 70.4 | ns | * | ns |
| ธันวาคม (5 เดือน) | 68.1 | 72.5 | 94.7 | * | * | * |
| **เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ซม.)** | | | | | | |
| กันยายน (2 เดือน) | 0.61 | 0.65 | 0.71 | ns | ns | ns |
| พฤศจิกายน (4 เดือน) | 0.97 | 1.03 | 1.09 | ns | ns | ns |
| ธันวาคม (5 เดือน) | 1.54 | 1.66 | 2.05 | * | * | * |

cf กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**4.1.3.2 ผลผลิต**

ในแง่ของน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินในระยะหลังการปลูกได้ 6 เดือน (ตารางที่ 10) พบว่า การใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี ให้ผลดีกว่าการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 1 ปี และการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรกให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมี ที่ระยะการเจริญเติบโตระยะนี้มีการระบาดของโรคกุ้งแห้งอย่างรุนแรง โดยการระบาดเกิดขึ้นในทุกพื้นที่ปลูกพริกของบ้านไร่กาญจนา ตำบลหนองบัว รวมทั้งแปลงของเกษตรกรที่ใช้ทดลองด้วย ดังรูปที่ 5 รูปที่ 6 และรูปที่ 7 จากความเสียหายของพริกที่เกิดขึ้นทำให้ต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะนี้เพียงระยะเดียว ซึ่งพบว่าพริกที่ปลูกโดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี ให้ผลผลิตพริก

สดประมาณ 295 กก./ไร่ ส่วนปลูกโดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรกและที่ใช้ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตประมาณ 71 และ 44 กก./ไร่ ตามลำดับ ทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในแง่ผลผลิตพริกแห้งที่ปลูกโดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี ให้ผลผลิตประมาณ 43 กก./ไร่ ในขณะที่พริกที่ปลูกโดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 1 ปีและที่ปลูกโดยการใช้ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตพริกแห้งประมาณ 23 และ 9 กก./ไร่ ตามลำดับ การใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี ให้ผลดีกว่าที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 1 ปีและปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการใช้น้ำสกัดชีวภาพและการใช้ปุ๋ยเคมีให้ผลไม่แตกต่างกัน ในกรณีของผลผลิตพริกที่ดีพบว่าพริกที่ปลูกโดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี ให้ผลผลิตพริกสดที่ดีคือผลพริกไม่มีอาการของโรคกุ้งแห้งปรากฏให้เห็น ประมาณ 247 กก./ไร่ หรือประมาณ 84 % ของผลผลิตพริกสดทั้งหมด ส่วนพริกที่ปลูกโดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 1 ปี และที่ใช้ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตพริกสดที่ดีประมาณ 39 และ 18 กก.ไร่ หรือประมาณ 54 % และ 41 % ของผลผลิตพริกสดทั้งหมดตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จากการประเมินเปอร์เซ็นต์ผลผลิตพริกสดที่ปรากฏอาการของโรคกุ้งแห้ง พบว่าพริกที่ปลูกโดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเสียหายจากโรคกุ้งแห้งน้อยที่สุดประมาณ 11 % ของผลผลิตพริกสดทั้งหมดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในช่วง 6 เดือนหลังการปลูกพริก ส่วนพริกที่ปลูกโดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 1 ปีและที่ใช้ปุ๋ยเคมีมีผลผลิตพริกสดที่เกิดโรคกุ้งแห้งถึง 46 % และ 61 % ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากรายงานด้านผลผลิตพริกของเกษตรกรที่ร่วมโครงการพัฒนาเกษตรยั่งยืน บ้านไร่กาญจนา ต.หนองบัว อ.ศรีนคร จ.สุโขทัย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 (2545) พบว่า เมื่อใช้ปุ๋ยและสารเคมีในการปลูกพริก ผลผลิตพริกในพื้นที่ของนายทวี ทองอิ่ม มีประมาณ 642 กก./ไร่ แต่ถ้าใช้ปุ๋ยหมักแห้งชีวภาพและไตรโคเดอร์มาร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพและสมุนไพรในการควบคุมศัตรูพืช ได้ผลผลิตพริก 862 กก.ไร่ เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตทั้งหมดของพริกสดที่ได้จากการทดลองนี้กับผลผลิตพริกใน พ.ศ. 2545 กล่าวได้ว่าผลผลิตพริกทั้งหมดของพริกสดจากการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี (295 กก./ไร่) ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในช่วง 6 เดือนหลังการปลูกในการทดลองนี้เป็นเพียง 46 % ของผลผลิตพริกที่ปลูกโดยการใช้ปุ๋ยเคมี ในการทดลองนี้ก็ได้ผลผลิตประมาณ 7 % ของผลผลิตพริกที่ได้ในปี 2544 และเมื่อคิดเฉพาะผลผลิตพริกไม่ปรากฏอาการโรคกุ้งแห้งหรือผลผลิตดี กล่าวได้ว่าเมื่อใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี ผลผลิตพริกสดดีที่ได้จากการทดลองนี้โดยการเก็บเกี่ยวเพียงครั้งเดียวในช่วง 6 เดือนหลังการปลูกพริกประมาณ 38 % ของผลผลิตทั้งหมดที่เกษตรกรได้รับในปี พ.ศ. 2544 แต่ถ้าใช้ปุ๋ยเคมี ได้ผลผลิตเพียง 2.8 % ของผลผลิตพริกในปี 2544 อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในการทดลองนี้พบว่าความเสียหายของผลผลิตพริกจากการทำลายของเชื้อสาเหตุโรคกุ้งแห้งในแปลงปลูกพริกที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี ต่ำกว่าและแตกต่างจากการ

ใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ และแม้จะใช้น้ำสกัดชีวภาพในการปลูกพริกเป็นปีแรก เปอร์เซ็นต์ผลผลิตพริกที่เสียหายจากโรคดังกล่าวก็มีน้อยกว่าและแตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมีด้วยเช่นกัน ชี้ให้เห็นการใช้น้ำสกัดชีวภาพให้ผลดีในการควบคุมโรคกุ้งแห้ง จากรายงานของนวลวรรณ (2537) yeast ที่แยกจากผิวพืชจากส่วนต่างๆ ของต้นเงาะ คือ ยอดอ่อน ช่อดอก ผลและน้ำค้างจากพุ่มใบ จำนวน 200 isolate มีสมบัติในการควบคุมโรคผลเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* โดยเชื้อ yeast ที่ใช้ทดสอบมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วจนครอบครองพื้นที่การเจริญเติบโตของรา ทำให้เชื้อราสร้าง fruiting body ปริมาณน้อย และมี conidia ที่ผิดปกติ และเชื้อ yeast เหล่านั้นยังสร้างสารปฏิชีวนะด้วย และจากรายงานของ Jetiyanon และ Kloupper (2002) เชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* ซึ่งทำให้เกิดโรค anthracnose ในพริก สามารถควบคุมได้โดยการใช้ rhizobacteria ที่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (plant growth promoting rhizobacteria, PGPR) ชนิดต่าง ๆ เช่น *Bacillus amyloliquefaciens* *B. pumilus* และ *B. sphaericus* ซึ่งการควบคุมโรคดังกล่าวสามารถใช้เชื้อแบคทีเรียเหล่านี้บางสายพันธุ์เพียงเชื้อเดียวและใช้เชื้อผสมหลายพันธุ์ซึ่งมีถึง 18 สูตรที่ใช้ได้ผล นอกจากเชื้อ yeast และแบคทีเรียแล้ว ยังมีรายงานว่าเชื้อรา mycelia sterilia 9 ที่แยกได้จากมะกรูดสามารถยับยั้งโรคกุ้งแห้งได้เช่นกัน (พิภพและคณะ, 2544) และจากรายงานของยุทธการ (2537) พบว่า *Streptomyces* sp.15 ซึ่งเป็น *Actinomycetes* ที่แยกได้จากดินและมีความสามารถสร้างสารปฏิชีวนะที่ยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum* sp. นอกจากการพบ yeast ในน้ำสกัดชีวภาพแล้วจากรายงานของกรมวิชาการเกษตร (2544) ยังพบเชื้อแบคทีเรียตั้งแต่ 7-17 สายพันธุ์ ในปริมาณตั้งแต่ $4x10^4$ - $1.1x10^{10}$ cfu/มล. และพบแอคติโนมัยซีสในน้ำสกัดชีวภาพ 10 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 15 ตัวอย่าง โดยพบในปริมาณถึง $10^7$ cfu/มล. ในรายงานดังกล่าวไม่ได้ระบุชนิดของแบคทีเรียและแอคติโนมัยซีส แต่อาจเป็นไปได้จุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่พบในน้ำสกัดชีวภาพอาจมีบางสายพันธุ์ที่มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุของโรคกุ้งแห้ง ซึ่งเป็นเรื่องที่ควรจะได้ศึกษากันในตอนต่อไปว่า เชื้อแบคทีเรียชนิดต่างๆ ที่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชที่ Jetiyanon และ Kloepper (2002) ระบุว่ามีผลกระตุ้นพืชให้มีความต้านทานต่อโรค *Colletrotichum* มีอยู่ในน้ำสกัดชีวภาพหรือไม่

นอกจากการพบจุลินทรีย์ประเภทต่างๆ ในน้ำสกัดชีวภาพแล้วมีการตรวจพบกรดอะมิโนถึง 18 ชนิด ในปริมาณต่างๆ ดังนี้ กรดแอสปาติก 346 ทรีโอนีน 26 ซีรีน 39 กลูตามิค 124 โปรลีน 126 ไกลซีน 43 อะลานีน 91 ซีสตีน 18 วาลีน 55 เมไทโอนีน 9 ไอโซลิวซีน 26 ลิวซีน 34 ไทโรซีน 22 ฟีนิลอะลานีน 4 ฮีสติดีน 16 ไลซีน 30 อาจีนีน 18 ทริบโตเฟน 6 มิลลิกรัม/100 กรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2544) และยังพบว่ามีกรดฮิวมิกในน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากฟักทอง กล้วย และมะละกอเป็นวัสดุหลักในปริมาณตั้งแต่ 0.002-1.14% (กองเกษตรเคมี,

2545) จากรายงานของ Moliszewska และ Pisarek (1996) กรด fulvic และ humic ตลอดจนส่วนผสมของกรดทั้งสองชนิดที่มีความเข้มข้นเท่ากับที่พบในดิน มีผลยับยั้งการงอกของ conidia ของเชื้อ *Alternaria* และ *Fusarium* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคพืชได้ เนื่องจากน้ำสกัดชีวภาพที่เกษตรกรใช้ในการทดลองนี้ใช้ผลไม้สีเหลืองเป็นวัสดุในการหมักเช่นกันและมีระยะเวลาในการหมักนานพอสมควรจึงคาดว่าน่าจะมีกรด humic เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักด้วย และจากรายงานของ Moliszewska และ Pisarek (1996) ฮิวมัสในดินที่ผู้ทดลองทั้งสองได้ใช้ในการสกัดกรด humic และ fulvic มี C ทั้งหมด 1.94 % ซึ่งเมื่อนำมาแยกส่วนตามวิธีการของ Kononova ได้เป็น 2 ส่วน พบว่าในส่วนที่หมักมีกรด humic และกรด fulvic ประมาณ 2.5-7 % และ 13.2 % ของปริมาณคาร์บอนทั้งหมดตามลำดับ ส่วนที่สองมีกรด humic 9.3 % และ กรด fulvic 13.8 % ของปริมาณคาร์บอนทั้งหมด สำหรับปริมาณของกรด humic ซึ่งพบในน้ำสกัดชีวภาพจากปลา ผลไม้และผักมีถึง 92 % 86 % และ 33 % ของปริมาณอินทรีย์วัตถุในน้ำสกัดชีวภาพ (กองเกษตรเคมี, 2545) ดังนั้นจึงคาดว่ากรด humic อาจจะมีอยู่ในน้ำสกัดชีวภาพน่าจะมีส่วนช่วยในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชในการทดลองนี้ด้วย

อนึ่งบนผิวใบ (phylloplane) ก็เป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์หลายประเภทซึ่งมีทั้งแบคทีเรีย เชื้อรา และ yeast และเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้หลายชนิดสามารถยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ด้วย (Windels และ Lindow, 1985) โดยทั่วไปแล้วจุลินทรีย์เหล่านี้อาศัยสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์บนผิวใบ สารประกอบบนผิวใบเหล่านี้มีทั้งสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ ซึ่งสารประกอบเหล่านี้มีทั้งสารประกอบที่ได้จากใบพืชโดยตรงและสารประกอบที่มาจากแหล่งอื่นสะสมอยู่บนใบ สำหรับสารประกอบอินทรีย์ที่พบในใบพืชได้แก่ สารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของผิวใบเช่น wax หรือ cutin ซึ่ง yeast บนผิวใบบางชนิดสามารถใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบอื่นๆ เช่น กรดอะมิโน monosaccharides และ polysaccharides น้ำตาล alcohol และกรดอินทรีย์ และยังพบว่ามีธาตุอาหารพืชสะสมบนผิวใบด้วย ปริมาณและคุณภาพของสารประกอบต่างๆ บนผิวใบที่จุลินทรีย์บนผิวใบใช้ในการเจริญเติบโตผันแปรตามอายุพืช ความเข้มข้นของแสง อุณหภูมิ ชนิดของปุ๋ยไนโตรเจน pH ของสารละลายที่ชะล้างอยู่บนผิวใบ และบาดแผลบนใบ สำหรับสารต่างๆ บนผิวใบที่จุลินทรีย์ใช้ในการเจริญเติบโตและมาจากแหล่งอื่น ได้แก่ เศษดิน ฝุ่น น้ำค้าง ละอองเกสร และน้ำหวาน โดยสารประกอบจากแหล่งภายนอกเหล่านี้เป็นสารประกอบพวกโปรตีนมีประมาณ 0.13% โดยเฉลี่ย กรดอะมิโน 0.06 % คาร์โบไฮเดตรต 0.64 % และยังมีธาตุ Zn Fe Si Ca และ S ซึ่งได้จากฝุ่นละอองอีกด้วย (Windels และ Lindow, 1985) จากข้อมูลเกี่ยวกับจุลินทรีย์บนผิวใบและสารประกอบต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนผิวใบดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าอาจเป็นไปได้ที่สารประกอบต่างๆ ที่มีรายงานพบในน้ำสกัดชีวภาพ

เช่น กรดอะมิโนและกรดอินทรีย์ ตลอดจนแร่ธาตุอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำสกัดชีวภาพที่ใช้ฉีดพ่น มีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์บนผิวใบมีการเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วและส่วนผลทำให้การเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุของโรคกุ้งแห้งลดลงและเป็นเรื่องที่ควรจะต้องศึกษาต่อไป

**ตารางที่ 10** ผลผลิตของพริก

| ผลผลิต | ค่าเฉลี่ย | | | t-test | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | cf | 1 ปี | 3 ปี | cf vs 1 | cf vs 3 | 1 vs 3 |
| น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กก./ไร่) | 256.64 | 300.22 | 549.44 | ns | * | * |
| ผลผลิตพริกสด (กก./ไร่) | 44.32 | 70.72 | 294.82 | * | * | * |
| ผลผลิตดี (กก./ไร่) | 17.94 | 39.36 | 246.91 | * | * | * |
| ผลผลิตเสีย (กก./ไร่) | 27.14 | 31.2 | 31.7 | ns | ns | ns |
| น้ำหนักแห้งผลผลิต (กก./ไร่) | 18.98 | 22.57 | 43.06 | ns | * | * |
| % ผลผลิตดี | 40.98 | 54.1 | 84.09 | * | * | * |
| % ผลผลิตเสียหาย | 61.45 | 45.63 | 10.56 | * | * | * |

cf กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

**รูปที่ 2** ลักษณะต้นพริกที่ปลูกในพื้นที่ซึ่งมีการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปีในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต

**รูปที่ 3** ลักษณะต้นพริกที่ปลูกในพื้นที่ซึ่งมีการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 1 ปีในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต

**รูปที่ 4** ลักษณะต้นพริกที่ปลูกในพื้นที่ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยเคมีในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต

**รูปที่ 5** ผลผลิตพริกสดจาก 10 ต้นเมื่อปลูกโดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี

**รูปที่ 6** ผลผลิตพริกสดจาก 10 ต้นเมื่อปลูกโดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพ 1 ปี

**รูปที่ 7** ผลผลิตพริกสดจาก 10 ต้นเมื่อปลูกโดยการใช้ปุ๋ยเคมี

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

**4.1.3.3 ผลของการใช้น้ำสกัดชีวภาพต่อคุณภาพการเก็บรักษาของผลผลิต**

จากการตรวจสอบคุณภาพการเก็บรักษาของผลพริกที่ปลูกโดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพและที่ใช้ปุ๋ยเคมี โดยการเก็บรักษาตัวอย่างผลพริกสดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วัน (ตารางที่ 11) พบว่าผลพริกที่ได้จากพื้นที่ที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปียังสดอยู่ เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 35 วันมีถึง 50% ของตัวอย่างทั้งหมด ในขณะที่ตัวอย่างพริกที่ได้จากพื้นที่ซึ่งมีการปลูกพริกโดยการใช้ปุ๋ยเคมีและการใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรกมากกว่า 50% ของตัวอย่างทั้งหมด มีสภาพเหี่ยวเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน

**ตารางที่ 11** จำนวนตัวอย่างพริกที่ไม่เหี่ยวเมื่อเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่ระยะเวลาต่างๆ

| กรรมวิธีการปลูกพริก | จำนวนตัวอย่าง | | | ตัวอย่างทั้งหมด |
|---|---|---|---|---|
| | พริกที่เหี่ยว | | พริกที่ไม่เหี่ยว | |
| | 14-18 วัน | 27-33 วัน | 35 วัน | |
| ใช้ปุ๋ยเคมี | 8 | 0 | 2 | 10 |
| ใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรก | 7 | 1 | 2 | 10 |
| ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี | 2 | 3 | 5 | 10 |

**4.1.3.4 การดูดใช้ธาตุอาหารในพริก**

ในแง่ของการดูดใช้ธาตุอาหารพืชของพริกพบว่าที่ระยะ 6 เดือนหลังปลูก พริกที่ปลูกโดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี มีปริมาณการสะสม N P K Ca Mg Fe Mn และ Cu ในส่วนที่อยู่เหนือดินมากที่สุด และแตกต่างจากพริกที่ปลูกโดยการใช้ปุ๋ยเคมีและที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรกอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรกให้ผลดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเฉพาะการสะสม Mg เท่านั้น สำหรับการสะสมธาตุอาหารพืชในผลพริกพบว่าการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกันเป็นเวลา 3 ปี ทำให้การสะสม N P K Ca Mg Fe Mn และ Cu ในผลพริกมีมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรก การใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี ก็ให้ผลดีกว่าในแง่ของการสะสม N P Ca Mg Fe Mn และ Cu ในผลพริก โดยส่วนใหญ่การใช้ปุ๋ยเคมีและการใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรกไม่มีความแตกต่างกันในแง่ของการสะสมธาตุอาหารพืชในผลพริก ยกเว้น การสะสม K และ Mg ซึ่งใช้น้ำสกัดชีวภาพเป็นปีแรกให้ผลดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 การดูดใช้ธาตุอาหารในต้นและผลพริก ( Nutrient Uptake)

| การดูดใช้ธาตุอาหารพืช | ส่วนประกอบของพริก | เฉลี่ย | | | t-test | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cf | 1 ปี | 3 ปี | cf vs 1 | cf vs 3 | 1 vs 3 |
| N uptake(กก./ไร่) | ส่วนเหนือดิน | 0.43 | 0.53 | 0.73 | ns | * | * |
| | ผล | 0.043 | 0.051 | 0.093 | ns | * | * |
| P uptake(กก./ไร่) | ส่วนเหนือดิน | 0.33 | 0.34 | 0.55 | ns | * | ns |
| | ผล | 0.11 | 0.12 | 0.23 | ns | * | * |
| K uptake(กก./ไร่) | ส่วนเหนือดิน | 11.17 | 13.22 | 24.31 | ns | * | * |
| | ผล | 1.01 | 1.50 | 1.82 | * | * | ns |
| Ca uptake(กก./ไร่) | ส่วนเหนือดิน | 3.48 | 4.12 | 5.97 | ns | * | ns |
| | ผล | 0.08 | 0.11 | 0.17 | ns | * | * |
| Mg uptake(กก./ไร่) | ส่วนเหนือดิน | 1.29 | 1.95 | 3.77 | * | * | * |
| | ผล | 0.08 | 0.16 | 0.22 | * | * | * |
| Fe uptake(กรัม/ไร่) | ส่วนเหนือดิน | 63 | 61 | 110 | ns | * | * |
| | ผล | 1.8 | 2.7 | 4.5 | ns | * | * |
| Mn uptake(กรัม/ไร่) | ส่วนเหนือดิน | 19 | 16 | 28 | ns | * | * |
| | ผล | 0.29 | 0.37 | 0.80 | ns | * | * |
| Cu uptake(กรัม/ไร่) | ส่วนเหนือดิน | 7 | 8 | 14 | ns | * | * |
| | ผล | 0.48 | 0.61 | 1.3 | ns | * | * |
| Zn uptake(กรัม/ไร่) | ส่วนเหนือดิน | 0.0020 | 0.0017 | 0.0015 | ns | ns | ns |
| | ผล | 0.0020 | 0.0021 | 0.0019 | ns | ns | ns |

cf กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**4.2 การทดลองในห้องปฏิบัติการ**

**4.2.1 ผลของการใส่น้ำสกัดชีวภาพต่อความสามารถในการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของดิน**

จากการตรวจสอบความสามารถในการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินจากพื้นที่ปลูกพริกที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 2 ปี และพื้นที่ซึ่งใช้ปุ๋ยเคมีพบว่า ภายใต้สภาพการบ่มดินในห้องปฏิบัติการและให้ดินมีความชื้นในระดับ 60 % ของความชื้นที่สามารถอุ้มน้ำได้เต็มที่ พบว่าเมื่อบ่มดินเป็นเวลา 1 และ 2 สัปดาห์ ดินที่ใช้ปุ๋ยเคมีมาโดยตลอดและที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 2 ปี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแง่ของความสามารถในการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ แต่เมื่อบ่มดินต่อไปอีก 2 สัปดาห์ พบว่าดินจาก 2 พื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ผันแปรตามอัตราการใส่น้ำสกัดชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญในช่วงทุกเวลาของการบ่มดิน สำหรับปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างดินกับอัตราการใส่น้ำสกัดชีวภาพต่อปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ในดินมีนัยสำคัญเฉพาะในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ของการบ่มดิน (ตารางที่ 13)

เนื่องจากในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 ความแตกต่างระหว่างดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีและดินที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพ 2 ปี ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าผลของอัตราการใส่น้ำสกัดชีวภาพต่อความเป็นประโยชน์ได้ของไนโตรเจนในดินทั้ง 2 ชนิด เป็นไปในลักษณะเดียวกัน จากข้อมูลในตารางที่ 14 จะเห็นได้ว่าในสัปดาห์แรกเมื่อมีการใส่น้ำสกัดชีวภาพที่เจือจางด้วยน้ำในอัตรา 1 : 250 ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ในดินมีมากที่สุด รองลงมาคือการใช้น้ำสกัดชีวภาพที่เจือจางด้วยน้ำในอัตรา 1 : 500 ทั้ง 2 อัตรามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและแต่ละอัตราแตกต่างจากการไม่ใส่น้ำสกัดชีวภาพด้วย ในสัปดาห์ที่ 2 ดินที่ได้รับการใส่น้ำสกัดชีวภาพที่เจือจางด้วยน้ำ 1 : 250 ยังคงมีปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้มากที่สุดเช่นเดียวกันและแตกต่างจากดินที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพในอัตรา 1 : 500 อย่างมีนัยสำคัญ ในระยะนี้ความแตกต่างระหว่างดินที่ไม่ได้รับการใส่น้ำสกัดชีวภาพและดินที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่เจือจางด้วยน้ำ 1 : 500 เท่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สัปดาห์ที่ 3 (ตารางที่ 15) ดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี มีปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้มากกว่าดินที่ใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ การใส่น้ำสกัดชีวภาพลงไปในดินจากแต่ละพื้นที่มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ในดินทั้ง 2 พื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณไนโตรเจนในดินที่เพิ่มขึ้นผันแปรตามปริมาณการใส่น้ำสกัดชีวภาพ

สำหรับปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ในสัปดาห์ที่ 4 ของการบ่มดิน พบว่า ดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพมีปริมาณของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ ($NH_4^+ + NO_3^-$-N)มากกว่าดินที่ใช้ปุ๋ยเคมี คือ เมื่อไม่มีการใส่น้ำสกัดชีวภาพมีประมาณ 10 $\mu gN.g^{-1}soil$ ในขณะที่ดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีมี

ประมาณ 7 $\mu gN.g^{-1}soil$ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่น้ำสกัดชีวภาพลงไปในดินซึ่งมีผลทำให้ปริมาณของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ในดินที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 2 ปี เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยการเพิ่มขึ้นผันแปรกับปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้อย่างมีนัยสำคัญ ในดินที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีเมื่อมีการใส่น้ำสกัดชีวภาพที่เจือจางในอัตราส่วน 1 : 250 พบว่า การเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ในดินไม่แตกต่างจากการใช้ในอัตรา 1 : 500 แสดงว่าศักยภาพในการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ของดินที่ใช้ปุ๋ยเคมีไม่ดีเท่ากับดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ

ผลของการใส่น้ำสกัดชีวภาพต่อการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน จากการทดลองนี้แตกต่างจากผลการทดลองของมะลิวัลย์ (2545) ซึ่งพบว่าการบ่มน้ำสกัดชีวภาพสูตรที่ทำไว้ตามคำแนะนำไม่ทำให้ปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ และมีเฉพาะน้ำสกัดชีวภาพสูตรการค้าซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าเท่านั้นจึงทำให้ปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้มีการใส่น้ำสกัดชีวภาพลงในดินทุกสัปดาห์ ซึ่งแตกต่างจากของมะลิวัลย์ (2545) ซึ่งมีการใส่เพียงครั้งเดียว ดังนั้นผลของการใส่น้ำสกัดชีวภาพในการทดลองนี้ต่อการเปลี่ยนแปลงของอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินย่อมเด่นชัดมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองนี้กับรายงานของ Gunapala และ Scow (1998) พบว่าผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงาน Gunapala และ Scow (1998) ที่ว่าดินที่ใช้ทำการเกษตรแบบอินทรีย์มีศักยภาพในการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ดีกว่าดินที่ใช้ปุ๋ยเคมี

**ตารางที่ 13** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินเมื่อบ่มด้วยน้ำสกัดชีวภาพเป็นเวลา 1-4 สัปดาห์

| SOV | df | MS | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 สัปดาห์ | 2 สัปดาห์ | 3 สัปดาห์ | 4 สัปดาห์ |
| Soil (A) | 1 | ns | ns | * | * |
| Rate (B) | 2 | * | * | * | * |
| A x B | 2 | ns | ns | * | * |
| error | 12 | | | | |

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 14** ผล[1]ของอัตราการใส่น้ำสกัดชีวภาพต่อปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนในดิน ($\mu gN.g^{-1}soil$) หลังการบ่มดินเป็นเวลา 1 และ 2 สัปดาห์

| อัตราการเจือจางน้ำสกัดชีวภาพ | ระยะเวลาการบ่มดิน (สัปดาห์) | |
|---|---|---|
| | 1 | 2 |
| 0 | 4.0033c | 7.5030b |
| 1 : 500 | 6.0333b | 7.7167b |
| 1 : 250 | 8.9400a | 10.8970a |

[1] ค่าเฉลี่ยของดิน 2 ชนิด และ 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกัน แตกต่างกันที่ p 0.05

**ตารางที่ 15** ปริมาณ[1] ของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินจากพื้นที่ที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 2 ปี และพื้นที่ที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี เมื่อมีการใส่น้ำสกัดชีวภาพอัตราต่างๆ ในระยะ 3 สัปดาห์หลังการบ่มดิน

| อัตราการเจือจางน้ำสกัดชีวภาพ (R) | ปริมาณ $NH_4^+ + NO_3^-$-N ($\mu gN/g$) | | อัตราน้ำสกัดชีวภาพเฉลี่ย |
|---|---|---|---|
| | ดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี | ดินที่ใช้ปุ๋ยเคมี | |
| 0 | 9.94 | 6.23 | 8.09c |
| 1 : 500 | 10.53 | 6.75 | 8.64b |
| 1 : 250 | 12.44 | 9.57 | 11.00a |
| เฉลี่ย | 10.97a | 7.52b | |

[1] ค่าเฉลี่ยของ 3 ซ้ำ

$Lsd_{0.05}$ S x R interaction effect = 0.399

ตารางที่ 16 ปริมาณ [1]ของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินจากพื้นที่ที่มีการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี และพื้นที่ที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี เมื่อมีการใส่น้ำสกัดชีวภาพอัตราต่างๆ ในระยะ 4 สัปดาห์หลังการบ่มดิน

| อัตราการเจือจางน้ำสกัดชีวภาพ (R) | ปริมาณ $NH_4^+ + NO_3^-$-N ($\mu gN.g^{-1}$ soil) | | อัตราน้ำสกัดชีวภาพเฉลี่ย |
|---|---|---|---|
| | ดินที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ 3 ปี | ดินที่ใช้ปุ๋ยเคมี | |
| 0 | 10.11 | 6.58 | 8.34c |
| 1 : 500 | 12.23 | 8.54 | 10.38b |
| 1 : 250 | 13.73 | 8.78 | 11.66a |
| เฉลี่ย | 12.02a | 7.96b | |

[1] ค่าเฉลี่ยของ 3 ซ้ำ

$Lsd_{0.05}$ S x R interaction effect = 0.640

### 4.3 สหสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินกับสมบัติทางเคมีของดิน

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินกับสมบัติทางเคมีของดิน พบว่าในระยะที่พริกเริ่มออกดอก มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ (MBN, MBC) มีสหสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณของอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ สำหรับช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตของพริกในระยะ 6 เดือนหลังปลูก มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน (MBC, MBN) มีสหสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณ Ca Mg ที่สามารถแลกเปลี่ยนได้และปริมาณ Fe และ Mn ที่สกัดได้ เนื่องจากดินจากพื้นที่ซึ่งมีการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี มีมวลชีวภาพของจุลินทรีย์มากที่สุด และมวลชีวภาพของจุลินทรีย์มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียมและเหล็ก (ตารางที่ 17) ชี้ให้เห็นว่าการใช้น้ำสกัดชีวภาพมีส่วนส่งเสริมการเพิ่มประชากรของจุลินทรีย์ดินและส่งผลดีต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน สอดคล้องกับรายงานของ Marumoto และคณะ (1982) ซึ่งอ้างโดย Gunapala และ Scow (1998) ผลการทดลองนี้พบว่าการใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี มีผลทำให้มวลของจุลินทรีย์ดินเพิ่มขึ้นและมวลจุลินทรีย์มีความสัมพันธ์กับความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจนและธาตุอื่นๆ อีกหลายธาตุในดิน สนับสนุนผลการทดลองของ Marumoto และคณะ (1982 ) ซึ่งอ้างโดย Gunapala และ Scow (1998) พบว่าในดินที่ใช้ในการปลูกพืชด้วยระบบเกษตรอินทรีย์ ปริมาณของไนโตรเจนที่เกิดจากกระบวนการ mineralization ในดินมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน แต่ใน

ทางกลับกันในดินที่ใช้ในการเกษตรแบบที่นิยมกันทั่วไป (conventional system) มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินมีสหสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ (Haynes, 1986; Bonde และคณะ, 1988 ; อ้างโดย Gunapala และ Scow (1998) อย่างไรก็ตามเนื่องจากความเข้มข้นของธาตุอาหารต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและจุลินทรีย์ซึ่งมีอยู่ในน้ำสกัดชีวภาพค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการที่น้ำสกัดชีวภาพสามารถส่งเสริมจุลินทรีย์ดินมีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นได้นั้น อาจจะไม่ใช่ผลที่เกิดจากธาตุอาหารที่มีอยู่ในน้ำสกัดชีวภาพแต่เพียงอย่างเดียว สารอินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ และสารประกอบอื่นๆ ที่ยังไม่ได้มีการศึกษาในรายละเอียด ซึ่งจุลินทรีย์สามารถใช้ประโยชน์ได้ก็อาจเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้จุลินทรีย์ดินมีปริมาณเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน

**ตารางที่ 17** สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ (r) ระหว่างมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินกับสมบัติของดิน

| สมบัติของดิน | จำนวนคู่ | สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ | |
|---|---|---|---|
| | | ระยะออกดอก | ระยะเก็บเกี่ยว |
| % อินทรียวัตถุ | 12 | 0.716* | |
| $NH_4^+ + NO_3^-$- N | 12 | 0.612* | |
| available P | 12 | 0.586* | |
| exchangeable Ca | 12 | 0.624* | |
| available P | 8 | | 0.793* |
| exchangeable Ca | 8 | | 0.774* |
| exchangeable Mg | 8 | | 0.828* |
| exchangeable Fe | 8 | | 0.782* |
| exchangeable Mn | 8 | | 0.738* |

* ระดับนัยสำคัญที่ 5%

**4.4 สหสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินกับการดูดใช้ธาตุอาหารและผลผลิตพริก**

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินในระยะเก็บเกี่ยวกับผลผลิตทั้งหมดและผลผลิตพริกดีของพริกสด เปอร์เซ็นต์ผลผลิตพริกสดที่เสียหายจากโรคกุ้งแห้งตลอดจนการดูดใช้ธาตุอาหารของพริก พบว่ามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินมีสหสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับการดูดใช้ฟอสฟอรัส และทองแดงของพริกอย่างมีนัยสำคัญ และยังมีสหสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตพริกทั้งหมดและผลผลิตพริกสดที่ดีไม่เสียหายจาก

การเป็นโรคกุ้งแห้ง แต่มีสหสัมพันธ์ในทางลบกับเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตพริกที่เสียหายจากการเป็นโรคกุ้งแห้งอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 18)

**ตารางที่ 18** สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ (r) ระหว่างมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินที่ระยะเก็บเกี่ยวกับปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารพืชและผลผลิตพริก

| ตัวแปร | จำนวนคู่ | สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ |
|---|---|---|
| P uptake ของผล,ต้น | 8 | 0.715* |
| Cu uptake ของผล,ต้น | 8 | 0.607* |
| ผลผลิตทั้งหมดของพริกสด | 8 | 0.769* |
| ผลผลิตพริกสดที่ดี | 8 | 0.724* |
| % ผลผลิตพริกสดที่เสียหาย | 8 | -0.750* |

* ระดับนัยสำคัญที่ 5%

### 4.5 สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตพริกสดกับสมบัติทางเคมีของดิน

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีของดินกับผลผลิตของพริกสด พบว่าผลผลิตทั้งหมดและผลผลิตพริกที่ดีของพริกสดมีสหสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับสมบัติทางเคมีของดินดังต่อไปนี้ pH ช่วงกลางฤดูปลูกและช่วงเก็บเกี่ยว ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในช่วงกลางฤดูปลูก แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในช่วงต้นฤดูปลูก เหล็กที่สามารถสกัดได้ในช่วงก่อนปลูกและกลางฤดูปลูก และแมงกานีสที่สามารถสกัดได้ในช่วงก่อนปลูกและต้นฤดูปลูก นอกจากนี้ปริมาณของ $NH_4^+ + NO_3^-$ - N ที่ได้จากกระบวนการ mineralization ในดินที่ตรวจสอบได้โดยการ incubate ดินในห้องปฏิบัติการก็ยังมีสหสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตทั้งหมด และแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในช่วงต้นฤดูปลูกมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตพริกสดที่ดีอย่างมีนัยสำคัญด้วย แต่ปริมาณของโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในช่วงก่อนปลูกกลับมีสหสัมพนธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตทั้งหมดและผลผลิตที่ดี และมีสหสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเสียหายในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่สมบัติทางเคมีในด้านอื่น เช่น pH ของดินในช่วงต้นฤดูปลูกและกลางฤดูปลูก แคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในช่วงต้นฤดูปลูก เหล็กที่สกัดได้ในช่วงก่อนปลูกและต้นฤดูปลูก แมงกานีสที่สกัดได้ในช่วงกลางฤดูปลูก mineralized $NH_4^+$- N และ $NO_3^-$- N ที่ได้จากการตรวจสอบในห้องปฏิบัติการและใน

แปลงทดลองตลอดจนปริมาณ $NO_3^-$ - N ที่ได้จากการ mineralization ของ N มีสหสัมพันธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเสียหาย (ตารางที่ 19)

**ตารางที่ 19** สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีกับผลผลิตของพริกสด

| สมบัติทางเคมี | จำนวนคู่ | สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ผลผลิตทั้งหมด | ผลผลิตที่ดี | %ผลผลิตเสียหาย |
| pH ต้นฤดูปลูก | 30 | | | -0.454* |
| pH กลางฤดูปลูก | 30 | 0.445* | 0.476* | -0.479* |
| pH ช่วงเก็บเกี่ยว | 30 | 0.793* | 0.719* | |
| available ต้นฤดูปลูก | 30 | | | -0.431* |
| available กลางฤดูปลูก | 30 | 0.496* | 0.513* | -0.529* |
| exchangeable K ก่อนปลูก | 20 | -0.730* | -0.738* | 0.798* |
| exchangeable Ca ต้นฤดูปลูก | 30 | 0.593* | 0.523* | -0.444* |
| exchangeable Mg ต้นฤดูปลูก | 30 | | 0.407* | |
| extractable Fe ก่อนฤดูปลูก | 20 | 0.497* | 0.404* | -0.607* |
| extractable Fe ต้นฤดูปลูก | 30 | | 0.601* | -0.526* |
| extractable Fe กลางฤดูปลูก | 30 | 0.436* | 0.407* | |
| extractable Mn ก่อนฤดูปลูก | 20 | 0.576* | | -0.703* |
| extractable Mn ต้นฤดูปลูก | 30 | 0.438* | | |
| extractable Mn กลางฤดูปลูก | 8 | | | -0.404* |
| Mineralized $NO_3$-N | 8 | | | -0.716* |
| Mineralized $NH_4$+ $NO_3$-N | 8 | 0.590* | | -0.716* |

* ระดับนัยสำคัญที่ 5%

**4.6 สหสัมพันธ์ระหว่างความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น การดูดใช้ธาตุอาหารกับผลผลิตพริก**

ความสูงของต้นพริกที่ระยะพริกติดผล เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มและลำต้นที่ระยะออกดอกและระยะติดผลมีสหสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตทั้งหมดและผลผลิตที่ดีของพริกสด และมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเสียหาย (ตารางที่ 20) สำหรับปริมาณการดูดใช้ธาตุ N P K Ca Mg Fe Mn Cu และ Zn ของพริกมีสหสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับผลพริกทั้งหมดและผลพริกดีของพริกสด เช่นกัน และในทางตรงข้ามตัวแปรเหล่านี้กลับมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเสียหาย (ตารางที่ 20) จากการทดลองนี้พบว่า การใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี ทำให้จุลินทรีย์ดินมีมวลเพิ่มขึ้นและมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินมีสหสัมพันธ์กับผลผลิต ชี้ให้เห็นว่าการใช้น้ำสกัดชีวภาพให้ผลดีสำหรับการปลูกพริก ผลดีดังกล่าว นอกจากจะเกิดจากสารอินทรีย์ในน้ำสกัดชีวภาพการกระตุ้นกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ซึ่งทำให้ดินมีสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพดีขึ้นแล้ว ยังอาจเกิดจากสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชซึ่งอาจจะมีอยู่ในน้ำสกัดชีวภาพก็ได้ และมีรายงานว่าในน้ำสกัดชีวภาพมี IAA Zeatin Kinetin และ $GA_3$ เป็นองค์ประกอบ (สุนันทาและคณะ, 2545)

อนึ่งจากรายงาน Doran (1987) ได้ระบุว่ามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินเป็นตัวบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของดินจากการทำการเกษตรและจากรายงานของ Fraser และ คณะ (1988) พบว่ามวลชีวคาร์บอนของจุลินทรีย์ดินมีผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของสารประกอบคาร์บอนในดิน ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชจากเศษพืช การเพิ่มขึ้นของอินทรีย์วัตถุและการแพร่กระจายของราก นอกจากนี้ Bardgett และ Chan (1999) ยังได้อ้างถึงรายงานของ Ingham และคณะ (1985) ซึ่งพบว่าการที่มีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการย่อยสลายธาตุอาหารพืชในดินและปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดินโดยพืชเพิ่มขึ้น โดยจุลินทรีย์ช่วงส่งเสริมการแพร่กระจายรากพืชทำให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารพืชจากดินได้ดีขึ้น และจากรายงานของ Stevenson และ Elliot (1989) จุลินทรีย์ดินนอกจากจะมีบทบาทเกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินแล้ว ยังมีบทบาทที่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพของดินด้วย สำหรับการเกิดเม็ดดิน (soil aggregate) มีรายงานว่าแบคทีเรียที่ยังมีชีวิตตลอดจนเส้นใยของเชื้อรา และสารประกอบอินทรีย์พวก polysaccharides ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นราเมือก (gelatinous organic material) ที่ได้จากการสังเคราะห์โดยจุลินทรีย์ดิน สามารถเกาะยึดอนุภาคดินและทำให้เกิดเป็นเม็ดดินได้ (Stevenson, 1994) จากรายงานต่างๆ เกี่ยวกับบทบาทของจุลินทรีย์ดินต่อสมบัติของดินจึงคาดว่าการที่พริกปลูกโดยใช้น้ำสกัดชีวภาพติดต่อกัน 3 ปี มีการเจริญเติบโตและผลผลิตตลอดจนมีความต้านทานโรคได้ดีกว่าพริกที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี อาจเป็นเพราะในน้ำสกัดชีวภาพมีสารกระตุ้นการเจริญเติบ

โตพืชเป็นองค์ประกอบซึ่งมีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของพริกโดยตรง และสารอินทรีย์ต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำสกัดชีวภาพมีผลส่งเสริมการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ดิน ซึ่งทำให้ดินมีสมบัติทางเคมี กายภาพและชีวภาพดีขึ้น เป็นผลทำให้รากมีการแพร่กระจายได้ดีขึ้นและดูดใช้ธาตุอาหารพืชในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**ตารางที่ 20** สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มและปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารกับผลผลิตของพริก

| ตัวแปร | จำนวนคู่ | สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ผลผลิตทั้งหมด | ผลผลิตที่ดี | %ผลผลิตเสียหาย |
| ความสูงระยะติดผล | 12 | 0.846* | 0.768* | -0.840* |
| ขนาดทรงพุ่มระยะออกดอก | 12 | 0.705* | 0.660* | -0.698* |
| ขนาดทรงพุ่มระยะติดผล | 12 | 0.820* | 0.703* | 0.674* |
| ขนาดลำต้นที่ระยะออกดอก | 12 | 0.633* | - | - |
| ขนาดลำต้นที่ระยะติดผล | 12 | 0.906* | 0.839* | -0.779* |
| N uptake ของผล+ ต้น | 30 | 0.743* | 0.732* | -0.679* |
| P uptake ของผล+ ต้น | 30 | 0.572* | 0.557* | -0.440* |
| K uptake ของผล+ ต้น | 30 | 0.666* | 0.702* | -0.606* |
| Ca uptake ของผล+ ต้น | 30 | 0.505* | 0.515* | -0.536* |
| Mg uptake ของผล+ ต้น | 30 | 0.692* | 0.708* | -0.624* |
| Fe uptake ของผล+ ต้น | 30 | 0.702* | 0.709* | -0.651* |
| Mn uptake ของผล+ ต้น | 30 | 0.663* | 0.666* | -0.451* |
| Cu uptake ของผล+ ต้น | 30 | 0.732* | 0.721* | -0.760* |
| Zn uptake ของผล+ ต้น | 30 | 0.503* | 0.513* | -0.435* |

* ระดับนัยสำคัญ 5%