



สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย

HORTICULTURAL SCIENCE SOCIETY OF THAILAND
สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย สถาบันวิจัยพืชสวน
กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Horticultural Research Institute, Department of
Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900 THAILAND
Tel. (66-2) 940-6578 Fax. (66-2) 940-6579
Email - hsssth.1@hotmail.com

ที่ สพท. 051 /2556

วันที่ 9 พฤษภาคม 2556

เรียน คุณนันทพร เทพแก้ว

เรื่อง ตอบรับการเสนอผลงาน

คณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 12 (The 12th National Horticultural Congress) ระหว่างวันที่ 9-12 พฤษภาคม 2556 ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพฯ ขอขอบคุณ คุณนันทพร เทพแก้วเป็นอย่างยิ่งที่ได้แจ้งความประสงค์ลงทะเบียนเข้าร่วมประชุม และเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยายเรื่อง ผลของระดับความสูงแก่และสายพันธุ์ยีสต์ต่อคุณภาพไวน์ สับปะรด

ขอแสดงความนับถือ

(นางกนกรัตน์ สิริพิพนธ์)

กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการจัดการประชุม

ทราบและลงนามไว้แล้ว

เก็บเอกสารไว้ file สด นันทพร

Dr. Mr

Research Article

Fermentation of pineapple juice using wine yeasts: kinetics and characteristics

Nanthaporn Thepkaew and Niorn Chomsri*

Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna,
Lampang 52000, Thailand.

*Email: niornchomsri@rmutl.ac.th

Abstract

Fermentation behaviour of wine yeast in winemaking is the subject of considerable interest in relation to wine flavour complexity. The purpose of this study was to examine the fermentation characteristics of different yeast strains in pineapple winemaking. The sterilized pineapple juice was inoculated with yeasts to obtain an initial population of 1×10^6 cells/mL. The fermentation was carried out at 20°C and terminated at 14 days. Yeasts grew during 2 days of fermentation to give a maximum population of 10^7 cells/mL in both inoculated fermentation and natural fermentation. The fermentation rates of *Saccharomyces cerevisiae* and *Kluyveromyces thermotolerans* were rapid in comparison to *Torulasporadel brueckii*. Complete fermentation occurred only in the juice with inoculation of *S. cerevisiae* and *K. thermotolerans*. This research demonstrated how the different strains of yeast affect the kinetics and fermentation characteristics of pineapple wine.

Keywords: fruit wine, tropical, Thailand, *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces thermotolerans*, *Torulasporadel brueckii*, indigenous yeast

Introduction

Oenological technologies have been developed over thousands of years before anyone knew how fermentation worked. It is well known at present that yeast plays an important role in conversion of grape juice into wine. Today, most winemakers use commercially available strains of yeast for winemaking. These yeasts are usually sold in an active dry form which easily purchased in wine producing countries, e.g. France, Italy, Australia, Spain, Germany, United States, South Africa. The use of different wine yeast strains for grape winemaking has been widely studied and thus winemakers in these countries can readily identify appropriate wine yeasts for their wines. Several oenological technologies are applied to make fruit wines. However, there are many problems encountered by fruit winemakers that require solutions to improve fruit wine quality. Unfortunately, there is little research on fruit wines.

Thailand is the world's leading producer of pineapple [1]. Most of the pineapple produced annually is processed, canned, packaged and exported overseas. In 2000, Thailand had 17% of the world pineapple production market and over 40% of the exports of canned pineapple [2]. As it is normally available fresh, canned and juiced, it is interesting to look for an alternative pineapple product with greater value addition. Pineapple is a fruit possessing attractive flavour and refreshing sugar acid balance. Therefore, pineapple wine shows great potential for fruit white wine making [3-5]. Nonetheless, there are many aspects that have not yet been studied in order to meet consumer acceptability. The purpose of this research was to initiate studies to evaluate and better understand the behaviour of pineapple fermentation by wine yeasts in order to support pineapple winemaking with commercial potential.

Methods

Yeast strains and growth medium

Yeast strains were derived from the collection of the Section of Microbiology and Biochemistry, Hochschule Geisenheim University, Germany. Yeasts were grown at 25°C on YEPD medium; glucose, 20 g/l; yeast extract, 10 g/l; peptone, 20 g/l; and agar, 15 g/l.

Pineapple juice and fermentation

Pineapple juice was obtained from pineapple grown and harvested from Sadet District, Lampang, Thailand in 2011. After peeling, the fruit was cut and freshly pressed hydraulically (Sakaya Ltd, Thailand). The pineapple juice was sterilized at 121°C for 15 min. Triplicate experiments were carried out in 750-mL fermentation vessels containing 500 mL of the pineapple juice. The yeast inoculum was then aseptically transferred to the fermentation vessel to achieve the initial population of 1×10^6 cells/mL. The fermentation trial was terminated after 14 days. Fermentation kinetics were obtained by monitoring carbon dioxide production during yeast growth.

Determination of viable yeast cells

The viable yeast count was examined microscopically by a counting chamber slide following the protocol of the Department of Microbiology and Biochemistry, Hochschule Geisenheim University, Germany [6]. Cells (450 μ L) were added to 50 μ L of methylene blue solution (0.4% methylene blue, 10% ethanol and 0.4 M KH_2PO_4) and mixed. Blue cells were counted as dead cells, while cells without obvious colour were counted as live cells.

Determination of pH value

Acidity (pH) value of the juice and the fermented juice were determined by a pH meter (Model C831, Consourt, Belgium) at room temperature.

Determination of titratable acidity

Distilled water (25 mL) and phenolphthalein indicator (2-3 drops) were added to the juice or fermented juice (5 mL). Phenolphthalein solution (2-3 drops) was used as indicator. Then the juice or the fermented juice was slowly titrated with the 0.1 N NaOH. The point of neutrality was reached when the indicator changed from colourless to pink. Total acidity (%) was expressed as citric acid based on 1 mL of 0.1M NaOH was equivalent to 0.0070g citric acid [7].

Determination of total soluble solids

The total soluble solids (TSS) was estimated by a hand refractometer (N-1 α , Atago, Tokyo, Japan). The results were expressed as degree Brix ($^{\circ}$ Brix).

Determination of alcohol content

The alcohol content in the sample was measured by ebulliometry [8]. The ebulliometer (Dujardin – Salleron, Noizay, France) was used to determine the boiling temperatures of distilled water and the sample. The alcohol content was indicated by using the temperatures to read directly from the calculation disk of the ebulliometer.

Determination of free alpha amino nitrogen (FAN)

Ninhydrin colorimetric method was used to measure free alpha amino nitrogen in the juice and the fermented juice. The modified method of Chomsri [6] was applied for analysis.

Optical microscopy

Enumeration of yeast during pineapple juice fermentation was examined using a microscope. Fermented pineapple juice during fermentation was inspected using an optical microscope (1000x) to observe the yeast growth.

Determination of fermentation kinetics

During pineapple juice fermentation, the weight of each container was measured to monitor carbon dioxide evolution, a measure of the fermentation progress [6]. Estimation of fermentation kinetic parameters are described as follows.

R_x	Rate of cell formation (cell/mL/d)
R_{EtOH}	Rate of alcohol formation (g/L/d)
R_{CO_2}	Rate of carbon dioxide formation (g/L/d)
R_s	Rate of sugar consumption (g/L/d)
R_{FAN}	Rate of FAN consumption (mg/L/d)
$Y_{p/s}$	yield coefficient of ethanol on sugar (g ethanol/ g sugar)
$Y_{FAN/s}$	yield coefficient of FAN on sugar (mg N/g sugar)

Results and Discussion

Figure 1 shows pure and indigenous yeast growths during fermentation of pineapple juice. Fermentations were carried out using pineapple juice containing 145 g/L of sugar and 0.46% of acidity as citric acid. Maximum propagation rates of *S. cerevisiae*, *T. delbrueckii* and *K. thermotolerans* were obtained at the 2nd day of fermentation while the indigenous yeast concentrations were slowly increased until the 6th day of fermentation. The pure yeast maintained cell concentrations of about 10^7 cell/mL for 2-4 days and declined 0.6-1.2 logarithmic units lower than the maximum cell concentrations at the end of fermentation. In comparison to the natural yeast, yeast cell concentration reduced sharply after 6 days of fermentation and there was a significant increase of cell concentration on the 10th day. This could reflect the interaction of microflorain pineapple juice influencing the behaviour of yeast growth in the spontaneous fermentation.

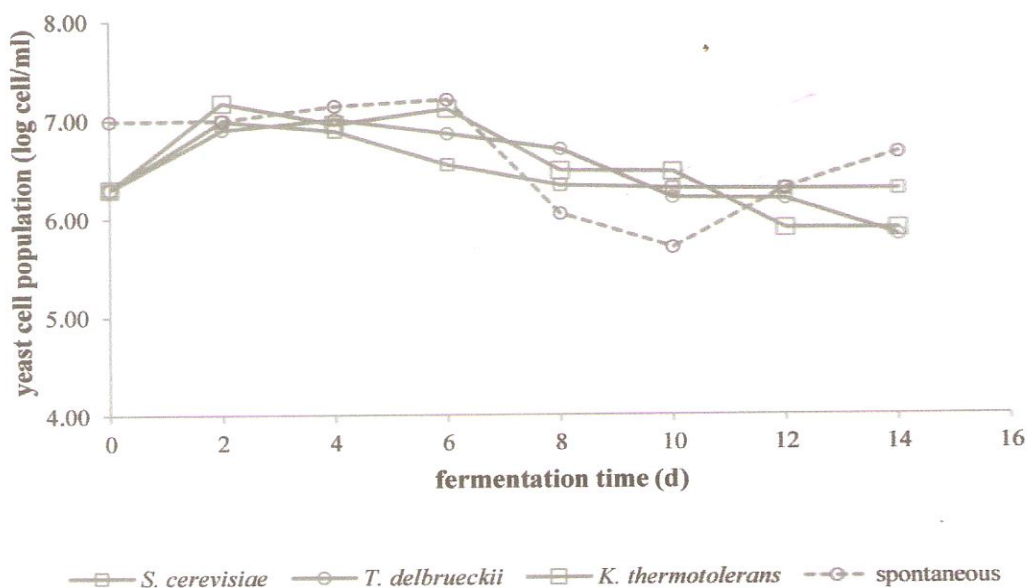


Figure 1. Yeast growth during fermentation of pineapple juice with wine yeasts.

From an inspection of micrographs shown in Figures 2 and 3, it can be seen that similar yeast cell sizes and shapes were observed in the micrographs obtained from pineapple juice fermented with pure yeast. The cell yeast density appearing on the micrographs was related to yeast cell concentration during fermentation as reported previously. Different yeast cell sizes and shapes and other microorganisms appeared in the spontaneous fermentation. Furthermore, distinct shapes like apiculate yeast, e.g. *Hansenispora*, were found in the images of the spontaneous fermentation. This suggested that apiculate yeast might be associated with the spontaneous fermentation in this study. A recent study by Chanprasartsuk *et al.* [4] discovered *Hansenia sporauvarum* and *Pichia guilliermondii* were the main yeast species observed on the fruit skins and *P. guilliermondii* was likely to initiate the fermentation, with *H. uvarum* becoming more prevalent and persistent in playing a role in the fermentation system. The study also indicated that the other wine yeasts, in particular *Saccharomyces* yeasts, were not found in any of the natural fermentation systems of pineapple juice.

During the fermentation, the yeasts involved in the pure and spontaneous fermentation consumed sugar and released primary products, i.e. ethanol and carbon dioxide. The profiles of sugar consumption and carbon dioxide liberation of *S. cerevisiae* and *K. thermotolerans* were similar in the pineapple juice fermentation but were different to *K. thermotolerans* in the spontaneous fermentation (Figure 4). Indigenous yeasts utilized sugar and produced carbon dioxide in slightly higher amounts than *T. delbrueckii*. This result would be expected from the yeasts possessing high fermentability present in the microflora of pineapple juice.

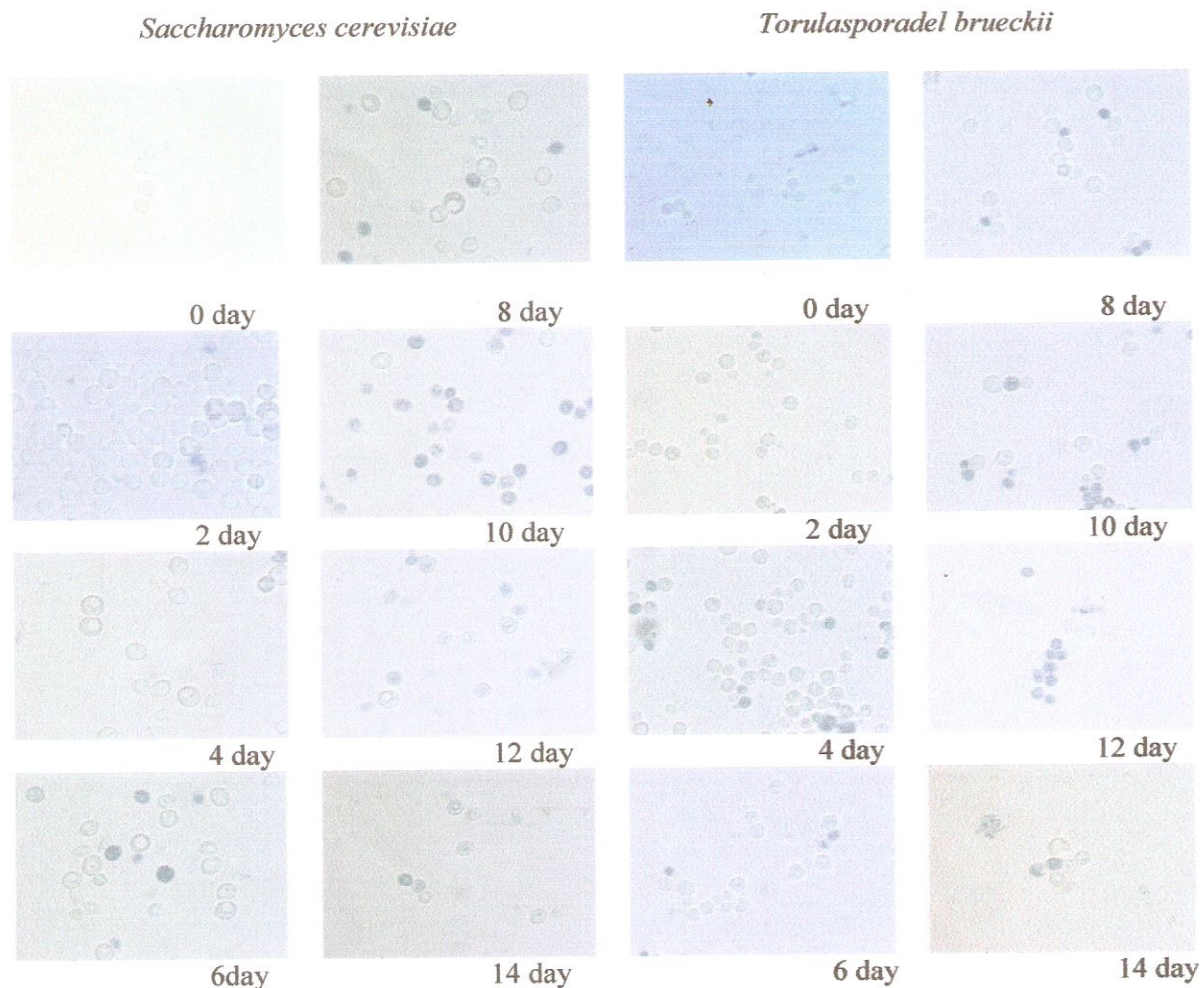


Figure 2. Micrographs of *Saccharomyces cerevisiae* and *Torulasporadel brueckii* evolution in pineapple juice fermentation, —bar = 10μm

Yeast assimilable nitrogen (YAN) is essential to the growth and metabolism of yeast during fermentation. In grape juice amino acids are a major source of YAN for yeast. For quantification of YAN in this study, free alpha amino nitrogen (FAN) was measured. The uptake of YAN by *S. cerevisiae* and *K. thermotolerans* was greater than *T. delbrueckii* and the indigenous yeast in pineapple juice fermentation. The result indicated that the nitrogen requirement distinguished the strains of *K. thermotolerans* and *T. delbrueckii*. Nitrogen requirements of yeast, particularly *S. cerevisiae* have been extensively reviewed [9-15]. Concentration of total amino acids in grape juice varied greatly between 65-2,721 mg/L [16-17], with the YAN content approximately 50-350 mg/L. Arginine and proline are the primary and secondary amino acids in grape juice, respectively. In contrast, asparagines, a preferentially utilized amino acid, is the most abundant in pineapple juice and available as YAN with the concentration of 63 times greater than in grape juice [18]. Proline classified as a yeast-non-assimilable nitrogen (YNAN) is present as a small amount in pineapple

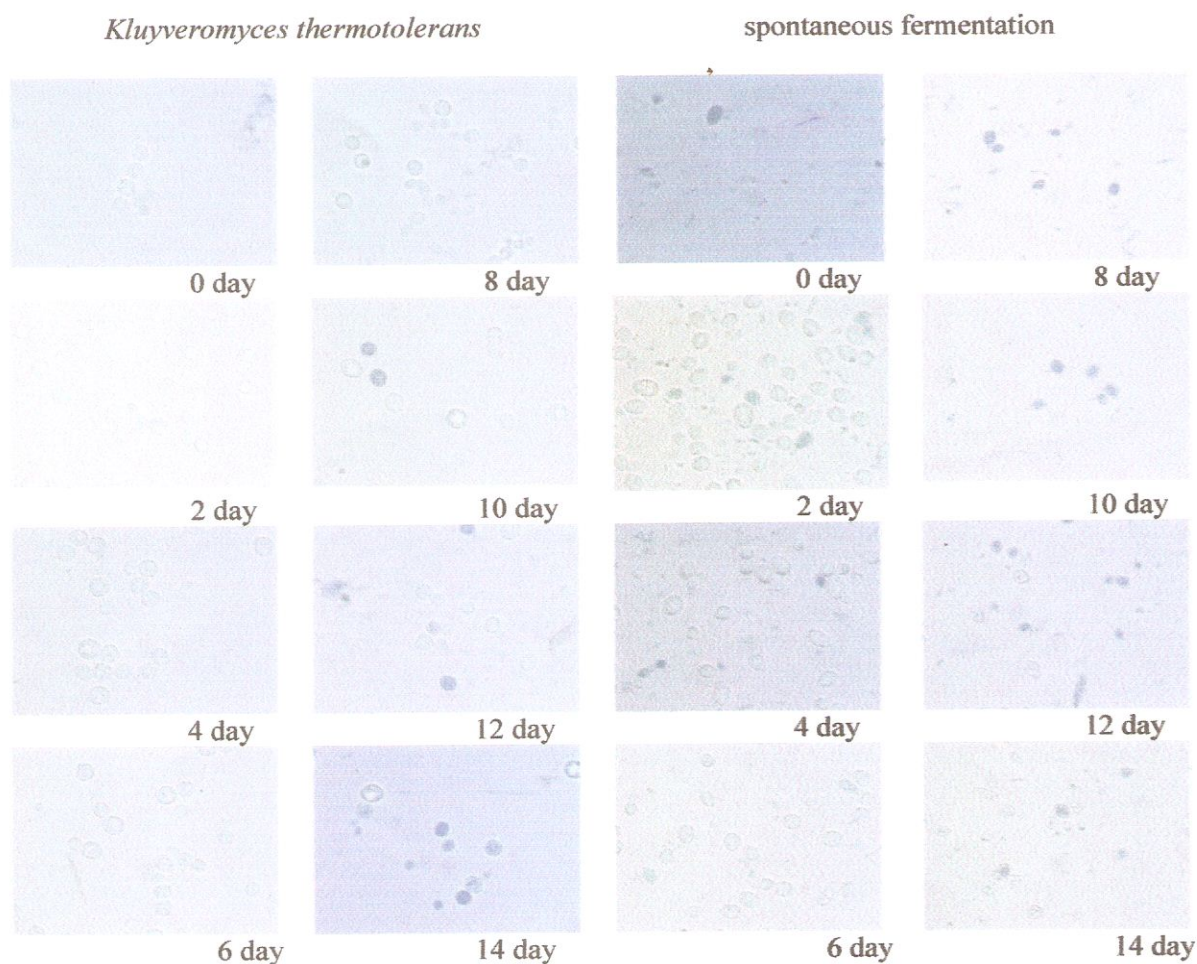


Figure 3. Micrographs of *Kluyveromyces thermotolerans* and natural yeast evolution in pineapple juice fermentation, — bar = 10 μ m

Considering FAN, measurements in this study revealed approximately 1700 mg/L (290 mg FAN/L) of amino acids in pineapple juice, compared with the average of amino acid content in grape juice of 1500 mg/L (260 mg FAN/L) [16]. It is generally agreed that a concentration exceeding 140 mg N/L is adequate for a low risk of sluggish or stuck fermentation [19, 20]. This means that pineapple juice used in this trial was an adequate and efficient source of YAN to support yeast growth during its fermentation.

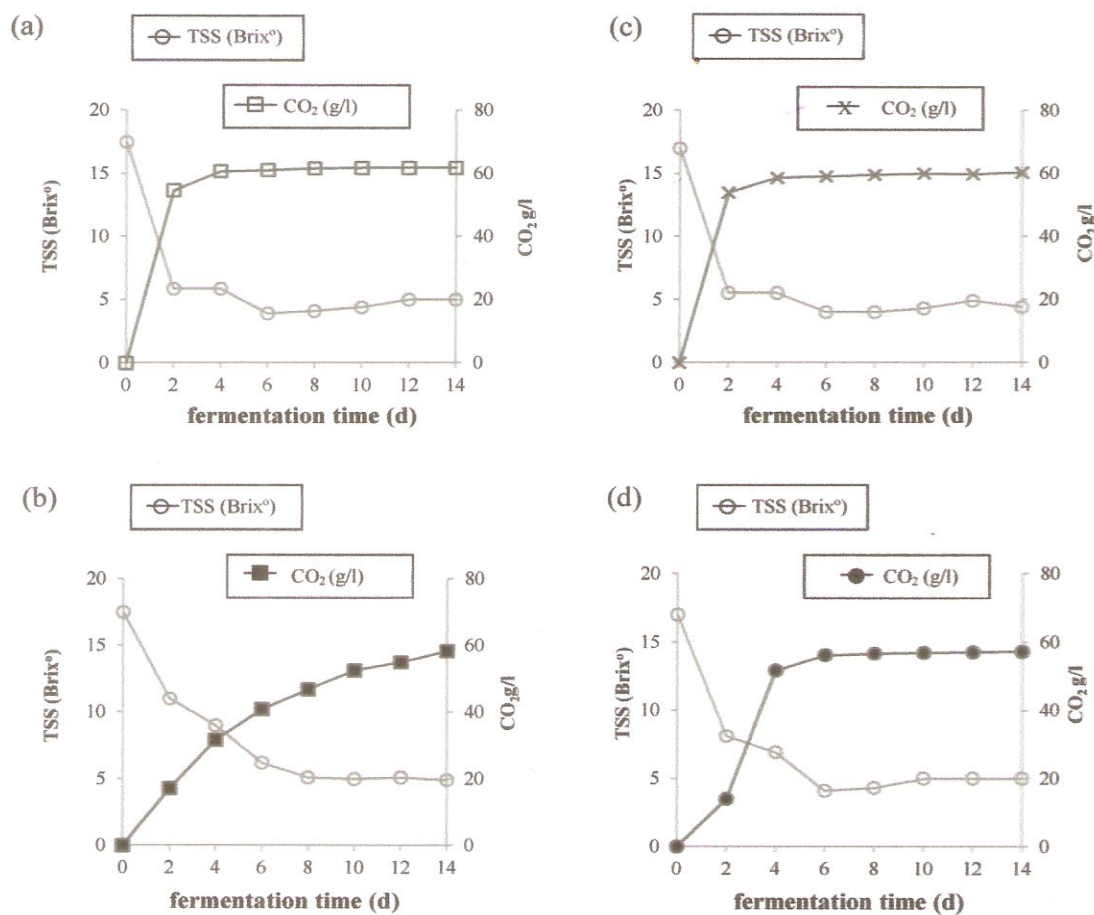


Figure 4. Fermentation profiles of pineapple juice fermented with wine yeasts for 14 days, *S. cerevisiae* (a), *T. delbrueckii* (b), *K. thermotolerans* (c) and spontaneous fermentation.

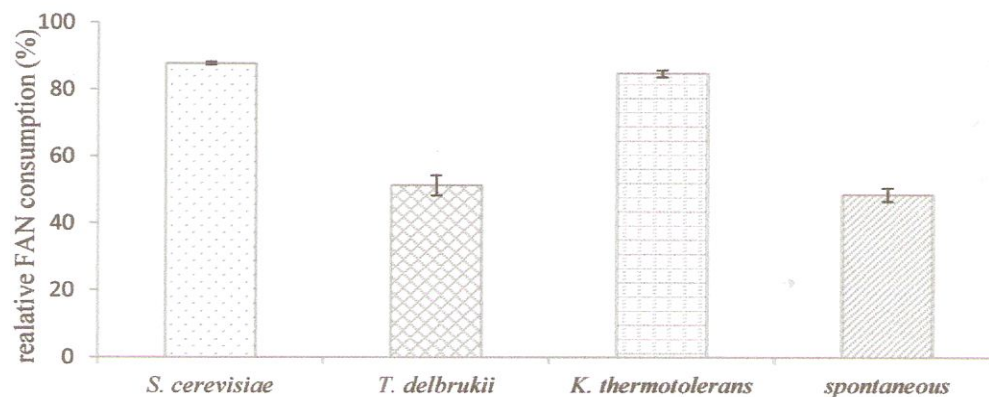


Figure 5. Relative FAN consumption of wine yeasts in pineapple juice fermentation. *As. J. Food Ag-Ind.* 2013, 6(1), 1-10

Fermentation kinetics of wine yeasts and natural yeasts in the pineapple juice varied significantly among yeast species (Table 1). The maximum cell formation rate of 6.45×10^6 cell/mL/d was attained in pineapple juice fermented with *K. thermotolerans*. Rates of sugar consumption corresponded to rates of alcohol formation and carbon dioxide formation. The yeast species with the fastest rate of sugar consumption in pineapple juice fermentation was *S. cerevisiae*, which completed fermentation within five days. *T. delbrueckii* had the slowest fermentation and *S. cerevisiae* and *K. thermotolerans* fermented faster than *T. delbrueckii* in pineapple juice. This fermentative behaviour was also observed in grape juice fermentation of other research [6].

Table 1. Comparative fermentation kinetic parameters of pineapple juice fermentation using wine yeasts.

Treatment	R_x (cell/mL/d)	R_{EtOH} (g/L/d)	R_{CO_2} (g/L/d)	R_s (g/l/d)	R_{FAN} (mg/L/d)	$Y_{FAN/s}$ (mg N/g sugar)	$Y_{p/s}$ (g ethanol/g sugar)
<i>S. cerevisiae</i>	3.86×10^6	15.54	14.86	30.40	18.35	2.11	0.51
<i>T. delbrueckii</i>	2.05×10^6	4.41	4.21	8.62	10.73	1.25	0.51
<i>K. thermotolerans</i>	6.45×10^6	10.28	9.83	20.10	17.75	2.06	0.51
spontaneous	1.05×10^6	7.50	7.18	14.68	10.18	1.21	0.51

Conclusion

The present study shows different kinetics of wine yeast in pineapple juice fermentation. Most interesting is the finding that pineapple juice had an adequate and efficient yeast assimilable nitrogen source for fermentation. Yeast assimilable nitrogen affects the production of the major metabolites arising from sugar fermentation which influences aroma and flavour of the wine. Although more studies are need, the preliminary data of this study confirmed the potential of pineapple juice to make wine. Scale-up and optimization of the fermentation process and the associated kinetics, characteristics and organoleptic evaluations are also necessary.

Acknowledgements

This present work was financed by Rajanmangala University of Technology Lanna. The authors appreciate the assistance of Dr. Rainer Zawadzki for revising the manuscript.

References

1. Kengkhetkit, N. and Amornsakchai, T. (2012). Utilisation of pineapple leaf waste for plastic reinforcement: 1. a novel extraction method for short pineapple leaf fiber. *Industrial Crops and Products*, 40: 55– 61.
2. http://laborrightsblog.typepad.com/international_labor_right/2010/08/thailand-worlds-largest-pineapple-producer.html (accessed 11.01.13).
3. Panjai, L., Ongthip, K. and Chomsri, N. (2009). Complex fruit wine produced from dual culture fermentation of pineapple juice with *Torulasporadel brueckii* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 2(2): 135-139.
4. Chanprasartsuk, O., Prakitchaiwattana, C., Sanguandeeul, R. and Fleet, G.H. (2010). Autochthonous yeasts associated with mature pineapple fruits, freshly crushed juice and their *As. J. Food Ag-Ind.* **2013**, 6(1), 1-10

ferments; and the chemical changes during natural fermentation. *Bioresource Technology*, 101: 7500–7509.

5. Chanprasartsuk, O., Pheanudomkitlert, K. and Toonwai, D. (2012). Pineapple wine fermentation with yeasts isolated from fruit as single and mixed starter cultures. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 5(20): 104-111.
6. Chomsri, N. (2008). Impact of protease activity of yeasts on wine fermentation and formation of volatile and non-volatile metabolites. PhD Dissertation, Justus-Liebig-University Giessen.
7. Kirk, R. and Sawyer, R. (1991). Pearson's composition and analysis of foods. Longman Scientific & Technical. Harlow Essex England. 708 p.
8. Iland, P., Ewart, A., and Sitters, J., Markides, A., Bruer, N. (2000). Techniques for chemical analysis and quality monitoring during winemaking. Tony Kitchener Printing Pty. Ltd., Adelaide, Australia. 111 p.
9. Manginot, C., Roustan, J.L., and Sablayrolles, J.M. (1998). Nitrogen demand of different yeast strains during alcoholic fermentation: importance of the stationary phase. *Enzyme and Microbial Technology*, 23, 511-517.
10. Cramer, A.C., Vlassides, S. and Block, D.E. (2002). Kinetic model for nitrogen-limited wine fermentations. *Biotechnology and Bioengineering*, 77, 49-60.
11. Beltran, G., Rozes, N., Mas, A., and Guillamon, J.M. (2007). Effect of low-temperature fermentation on yeast nitrogen metabolism. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 23, 809-815.
12. Osborne, J.P. and Edwards, C. (2006). Inhibition of malolactic fermentation by *Saccharomyces* during alcoholic fermentation under low- and high-nitrogen conditions: a study in synthetic media. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 12, 69-78.
13. Garde-Cerdán, T. and Ancín-Ayilicueta, C. (2007). Effect of the addition of different qualities of amino acids to nitrogen-deficient must on the formation of esters, alcohols, and acids during wine alcoholic fermentation. *LWT-Food Science and Technology*, 41, 501-510.
14. Carrau, F., Medina, K., Fariña, L., Boido, E. and Dellacassa, E. (2010). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* inoculum size on wine fermentation aroma compounds and its relation with assimilable nitrogen content. *International Journal of Food Microbiology*, 143, 81–85.
15. Ortiz, M.J., Barrajón, N., Baffi, M.A., Arévalo-Villena, M. and Briones, A. (2013). Spontaneous must fermentation: identification and biotechnological properties of wine yeasts. *LWT - Food Science and Technology*, 50, 371-377.

16. Henschke, P.A. and Jiranek V. (1993). Yeast-metabolism of nitrogen compounds. In G.H. Fleet (Ed.), *Wine Microbiology and Biotechnology* (pp. 77-164). Chur: Harwood Academic Publishers.
17. Ferreira, R.B., Picarra-Pereira, M.A., Monteiro, S., Loureiro, V.B. and Teixeira, A.R. (2002). The wine proteins. *Trends in Food Science & Technology*, 12, 230-239.
18. Singhal, R.S., Kulkarni, P.R. and Rege, D.V. (1997). *Handbook of indices of food quality and authenticity*. Woodhead Publishing Limited Cambridge. 561 p.
19. Ugliano, M., Henschke, P.A., Herderich, M.J. and Pretorius, I.S. (2007). Nitrogen management is critical for wine flavour and style. *Wine Industry Journal*, 22(6): 24-30.
20. Torrea, D., Varela, C., Ugliano, M., Ancin-Azpilicueta, C., Francis, L. and Henschke, P.A. (2011). Comparison of inorganic and organic nitrogen supplementation of grape juice-effect on volatile composition and aroma profile of a Chardonnay wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae* yeast. *Food Chemistry*, 127: 1072-1083.



การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ ๑๒ The 12th National Horticultural Congress 2013

ขอขอบเกียรติบัตรเพื่อรับรองว่าผลงานวิจัย ภาคบรรยาย

เรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของผักชีงาดำ

โดย

สุมิตรา อำนาคุ่ม

ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ และได้นำเสนอในการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ ๑๒
ระหว่างวันที่ ๙-๑๒ พฤษภาคม ๒๕๕๖

(นายอนันต์ ดาโลดม)

นายกสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย





กระทรวงศึกษาธิการ (กรมการศึกษานอกโรงเรียน) กรุงเทพมหานคร

๒ พค ๕๖

สกอ. ๒๒-๐๔-๐๑

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานบัณฑิตและบริหารการศึกษา สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

เรื่อง ขออนุมัติเงินสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการนำเสนอผลงาน

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

วันที่ 24 เมษายน 2556

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

เลขที่รับ 438

วันที่ 1 พ.ค. 2556 เวลา 10:32 น.

ผู้รับ ผอ.สวท.

ตามที่สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้เปิดสอนหลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร) โดยข้าพเจ้านางสาวสุมิตรา อำนางผูก นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ได้นำเสนอผลงานวิจัยเรื่อง “การเพาะเลี้ยงแคลลัสของผักเชียงดาในสภาพปลอดเชื้อ” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นำเสนอผลงานโดยการบรรยายในงานการประชุม วิชาการพืชสวน แห่งชาติครั้งที่ 12 (The 12th National Horticultural Congress) “พืชสวนสู่ AEC ภายใต้สภาวะโลกร้อน” (Horticulture Toward AEC Under Climatic Changes) ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทคบางนา กรุงเทพมหานครระหว่างวันที่ 9-12 พฤษภาคม พ.ศ.2556 ดังรายละเอียดแนบ

ข้าพเจ้าใคร่ขออนุมัติเงินสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากงบประมาณของบัณฑิตศึกษาจำนวน 2,000 บาท มีรายละเอียดดังนี้

ค่าลงทะเบียน จำนวน 2,000 บาท

รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 2,000บาท (สองพันบาทถ้วน)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

นางสาวสุมิตรา อำนางผูก
นักศึกษาปริญญาโท

เรียน ผอ. สวท.

เพื่อโปรดพิจารณา (และ) อนุมัติ

อ.ทศพร อภิบาล

อ.ทศพร อภิบาล

เรียน ผู้อำนวยการ

เพื่อโปรดพิจารณา (และ) อนุมัติ

วันที่

1 พ.ค. ๕๖

เรียน ผอ. สวท.

เพื่อโปรดพิจารณา (และ) อนุมัติ

1/5/56

เรียน ผอ. สวท.

เพื่อโปรดพิจารณา (และ) อนุมัติ

1/5/56

เรียน ผอ. สวท.

เพื่อโปรดพิจารณา (และ) อนุมัติ

1/5/56

1 พค 56



วิทยาลัยเทคโนโลยีพระยาภิรมย์ภักดี กรุงเทพมหานคร

๒ พ.ค. ๕๖

สกอ. ๒๒-๐๔-๐๑

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานบัณฑิตและบริการการศึกษา สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร
ที่

เรื่อง ขออนุมัติเงินสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการนำเสนอผลงาน

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ตามที่สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้เปิดสอนหลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร) โดยข้าพเจ้านางสาวสุมิตรา อำนาจผูก นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ได้นำเสนอผลงานวิจัยเรื่อง “การเพาะเลี้ยงแคลลัสของผักเชียงดาในสภาพ ปลอดเชื้อ” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นำเสนอผลงานโดยการบรรยายในงานการประชุม วิชาการพืชสวน แห่งชาติครั้งที่ 12 (The 12th National Horticultural Congress) “พืชสวนสู่ AEC ภายใต้สภาวะโลกร้อน” (Horticulture Toward AEC Under Climatic Changes) ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทคบางนา กรุงเทพมหานครระหว่างวันที่ 9-12 พฤษภาคม พ.ศ. 2556 ดังรายละเอียดแนบ

ข้าพเจ้าใคร่ขออนุมัติเงินสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากงบประมาณของบัณฑิตศึกษาจำนวน 2,000 บาท มีรายละเอียดดังนี้

ค่าลงทะเบียน	จำนวน	2,000 บาท
--------------	-------	-----------

รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 2,000 บาท (สองพันบาทถ้วน)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

นางสาวสุมิตรา อำนาจผูก
นักศึกษาปริญญาโท

วิเชน พอ. นอ.

เพื่อโปรดพิจารณา (และ) ทบทวนตามมติ

อ.ทอ. อ.กม.
อ.ทอ. อ.กม.

เรียน ผู้อำนวยการ
เพื่อโปรดพิจารณา
วิเชน
๑ พ.ค. ๕๖

เรียน พอ. นอ.

เห็นชอบพิจารณา

เรียน พอ. นอ.

เห็นชอบพิจารณา

อ.ทอ. อ.กม.

๒๐ เม.ย. ๕๖

เรียน ผู้อำนวยการ

เพื่อโปรดพิจารณา

เรียน พอ. นอ.

๑ พ.ค. ๕๖

๑ -
๑/๕/๕๖

การเพาะเลี้ยงแคลลัสของผักเชียงดาในสภาพปลอดเชื้อ

Callus culture of Chiangda (*Gymnema inodorum* (Lour.) Decne.)

ธูมิตรา อำนางผูก¹ อภิชาติ ชิดบุรี¹ พงศยุทธ นวลบุญเรือง¹ และพิทักษ์ พุทธวรชัย¹

Omnadpoug, S.¹, Chidbure, A.¹, Nualbunruang, P.¹, and Puttawarachai, P.¹

บทคัดย่อ

การศึกษากการเพาะเลี้ยงและการเพิ่มจำนวนแคลลัสผักเชียงดาด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยศึกษาผลของ NAA และ 2,4-D ที่เลี้ยงในสภาพที่เลี้ยงแตกต่างกันที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดแคลลัส โดยใช้ ออกซิน 2 ชนิด คือ NAA และ 2,4-D ความเข้มข้นมี 4 ระดับคือ 0.5, 1.0, 2.0 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตรในสภาพที่เลี้ยง มี 2 ลักษณะ คือ ไม่ให้แสง กับที่ให้แสง การศึกษาพบว่า การชักนำให้เกิดแคลลัสของผักเชียงดา ในอาหารกึ่งแข็งที่เติม 2,4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตรในสภาพที่ไม่ให้แสง มีอัตราการเกิดแคลลัส 100 เปอร์เซ็นต์ จำนวนวันเฉลี่ยที่เกิดแคลลัส คือ 26.5 วัน และศึกษาผลความเข้มข้นของ 2,4-D ที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณแคลลัส โดยใช้ความเข้มข้นของ 2,4-D มี 3 ระดับ คือ 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ทุกระดับความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างกัน

คำสำคัญ : ผักเชียงดา เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สภาพปลอดเชื้อ *Gymnema inodorum* Decne. Micropropagation
in vitro

คำนำ

ผักเชียงดา (*Gymnema inodorum* (Lour.) Decne.) ชื่ออื่นที่เรียก ผักจินดา ผักเชียงดา (ภาคเหนือ) อยู่ในสกุล Asclepiadaceae ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ต้น เป็นไม้เถาเลื้อย เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 – 5 เซนติเมตร เลื้อยพาดไปตามต้นไม้อื่นๆ ยาวประมาณ 5 – 10 เมตร ใบเดี่ยว รูปกลมรี ปลายแหลม ใบสีเขียวเข้ม หน้าใบเขียวเข้มกว่าหลังใบ ใบจากข้อเรียงเป็นคู่ตรงข้ามกัน ดอกกลมเล็กๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 – 6 มิลลิเมตร รวมกันเป็นช่อแน่นสีขาวอมเขียวอ่อน การขยายพันธุ์ การใช้ประโยชน์ทางยา รักษาหวัดและรักษาไข้ โดยนำมาตำให้ละเอียดแล้วพอกกระหม่อม มีสรรพคุณลดน้ำตาลในเลือด (เพ็ญญา, 2548)

ปกติแล้วการขยายพันธุ์เชียงดามีหลายวิธี เช่น การปักชำกิ่ง การเพาะเมล็ด การตัดรากที่มีหน่องอกขึ้นมาปลูก (ประไพภัทร, 2550) ซึ่งเพ็ญญา (2548) ได้อธิบายการปักชำว่า ตัดเถาที่แก่พอสมควรและตัดจากลำต้นเลื้อยจากต้นแม่ที่มีหน่ออ่อนงอกมาทำการขยาย แต่การปักชำใช้เวลานานและมีโอกาสรอดตายน้อย อีกทั้งต้องใช้ท่อนพันธุ์ที่มีคุณภาพดี ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อกระบวนการผลิต ท่อนพันธุ์ที่ดีต้องมีความสม่ำเสมอทั้งเรื่องรูปทรงต้น ผลผลิตสูง และปลอดโรค ดังนั้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงเป็นวิธีการขยายพันธุ์แบบหนึ่งที่ทำให้ได้ต้นพันธุ์ปริมาณมากในระยะเวลาแคลลัส (callus) เป็นเนื้อเยื่อชนิดที่ยังไม่มีพัฒนาการ (undifferentiated) ประกอบด้วยพาเรนไคมา (parenchyma) ที่มีผนังเซลล์บางเกาะตัวกันเป็นก้อนอย่างไม่มรูปร่างชัดเจน (ปิยะดา และคณะ, 2551) การเพาะเลี้ยงแคลลัสมีความแตกต่างไปจากการเพาะเลี้ยงอวัยวะพืช เช่น ราก ลำต้น กิ่งก้าน หรือใบ เนื่องจากแคลลัสอาจให้เซลล์ที่มีความแตกต่างไปจากเนื้อเยื่อแรกเริ่มไปได้หลากหลาย สำหรับประโยชน์ในประเด็นหนึ่งของการเพาะเลี้ยงแคลลัส คือ การผลิตสารเคมีที่ได้จากกระบวนการเมตาบอลิซึม (secondary metabolites) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ 1.กระบวนการสร้าง คือกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารโมเลกุลใหญ่จากสารโมเลกุลเล็กที่ซับซ้อนน้อยกว่า ได้แก่ การสร้างแป้ง น้ำตาล เซลลูโลส ไขมัน และโปรตีน เป็นต้น 2.กระบวนการสลาย คือกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายสารที่มีโมเลกุลใหญ่ให้มีโมเลกุลเล็ก เป็นปฏิกิริยาที่มีการปลดปล่อยพลังงานให้แก่เซลล์ ได้แก่การหายใจ เป็นต้น (สมบุญ, 2537) โดยทั่วไปแล้วการเลี้ยงชิ้นส่วนของพืชบนไพรซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญ บนสูตรอาหารที่เหมาะสมแล้วเกิดเป็นเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงตามที่ต้องการ จากนั้นจึงหาวิธีที่เหมาะสมที่ทำให้เนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงนั้นสามารถผลิตสารทุติยภูมิตามที่ต้องการได้ โดยทั่วไปเนื้อเยื่อเจริญที่นำมาเพาะเลี้ยงมักถูกเหนี่ยวนำให้เกิดเป็นแคลลัส (สุวรรณ, 2549) ได้มีการศึกษากระตุ้นการเกิดแคลลัสกับพืชหลายชนิด โดย มณฑาและคณะ (2541) ศึกษาการสร้างแคลลัสและต้นอ่อนของหญ้าแพรกหินพบว่า การนำใบอ่อนจากหน่อที่มีขนาด 1-3 นิ้ว เลี้ยงบนอาหารสูตรดัดแปลงของ MS (1962) ที่เติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร ฮอร์โมน มิลลิกรัมต่อลิตร BA มิลลิกรัมต่อลิตร ในสภาพมืดที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 - 28 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1-2 เดือน สามารถชักนำให้ใบอ่อนเกิดแคลลัสได้ ทำการเพิ่มปริมาณแคลลัสให้เพียงพอกับจำนวนต้นที่ต้องการบนอาหารสูตรที่มี NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้ วิลาสินีและคณะ (2548) ศึกษาการเพาะเลี้ยงก้านใบและแผ่นใบของบุกเนื้อทรายบนอาหารแข็ง

สูตร MS ที่เติมสาร 2,4-D ความเข้มข้น 0 0.1 0.2 0.25 0.4 0.5 0.6 0.8 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสภาวะที่ไม่ได้รับแสง อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน พบว่า แผ่นใบเจริญเป็น compact callus ได้ดีกว่าส่วนต่างๆ ของก้านใบ และสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้แผ่นใบสร้างแคลลัสคืออาหาร MS ที่มีระดับความเข้มข้นของ 2,4-D เท่ากับ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นตัดแยก compact callus ไปเพาะเลี้ยงบนอาหาร MS ที่มี 2,4-D ความเข้มข้น 0.1 0.2 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลา 60 วัน พบว่าอาหารทุกสูตรชักนำให้ compact callus เปลี่ยนแปลงไปเป็น friable callus ได้ โดยอาหาร MS ที่มี 2,4-D ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิด friable callus ในอัตราสูงที่สุดคือ 35 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ friable callus สามารถเพิ่มปริมาณได้ด้วยการเติมอาหาร MS ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสภาพที่ไม่ได้รับแสง เมื่อนำ friable callus ไปเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว MS ที่เติมน้ำตาลกลูโคส 20 กรัมต่อลิตร ความเข้มข้น 2,4-D 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เปลี่ยนอาหารทุก 7 วัน สามารถชักนำให้เกิดเซลล์แขวนลอยขนาดเล็กได้ดี ต่อมา ศิริวรรณ (2551) ได้ศึกษาสูตรอาหารเพื่อชักนำให้เกิดแคลลัสในหน่อไม้ฝรั่ง บนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม picloram/NAA ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราการเจริญเป็นแคลลัสได้ดีภายในเวลา 1 เดือน เช่นเดียวกับ อัญชลี (2554) ได้ศึกษาบทบาทของ BA และ NAA ที่มีต่อการเกิดแคลลัสยอดอ่อนของหงส์เหินดอกขาว บนอาหารแข็งสูตร MS (1962) ร่วมกับ BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์ มีการชักนำให้เกิดแคลลัสมากที่สุด ส่วน อนุรักษ์ และคณะ (2554) ได้ทำการเพาะเลี้ยงส่วนลำต้นของเสาวรสสกุลผสม *Passiflora* sp. ในอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสภาพที่ไม่มีแสง เป็นระยะเวลา 28 วัน สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดีที่สุด 84 เปอร์เซ็นต์

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของ NAA และ 2,4-D ที่เลี้ยงในสภาพที่เลี้ยงแตกต่างกันที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดแคลลัส ทำการศึกษา 3 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 ชนิดของออกซิน มี 2 ชนิด คือ NAA และ 2,4-D

ปัจจัยที่ 2 ความเข้มข้น มี 4 ระดับ คือ 0.5, 1.0, 2.0 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปัจจัยที่ 3 สภาพที่เลี้ยง มี 2 ลักษณะ คือ ที่มีด กับที่ว่าง

โดยวางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสูตรสมบูรณ์ (Factorial in CRD) ($2 \times 4 \times 2$) มีทั้งหมด 16 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ โดยใช้ชิ้นส่วนของใบของผักเชียงดา โดยนำยอดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS (1962) ได้ 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นทำการตัดเนื้อเยื่อส่วนของใบไปเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS (1962) ที่เติมออกซินแต่ละชนิด และที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันในแต่ละกรรมวิธี แล้วนำไปเลี้ยงบนชั้นเลี้ยงแล้วนำไปเลี้ยงบนชั้นเลี้ยงที่มีความเข้มข้นของแสงช่วงที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง

(PPF ; Photosynthetic photon flux) 50 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ในห้องที่มีอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส

บันทึกข้อมูลเป็นเวลา 4 สัปดาห์

- 1.จำนวนวันที่เกิดแคลลัส
- 2.ร้อยละการรอดตายของชิ้นส่วน
- 3.ร้อยละการเกิดแคลลัส
- 4.ลักษณะอื่น ๆ เช่น การเกิดสีน้ำตาลของเนื้อเยื่อพืช

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลความเข้มข้นของ 2,4-D ที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณแคลลัส

ทำการศึกษาความเข้มข้นของ 2,4-D มี 3 ระดับ คือ 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตรโดยวางแผนการทดลองแบบปัจจัยสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มีทั้งหมด 3 กรรมวิธี ๆ ละ 20 ซ้ำ โดยใช้ชิ้นส่วนของแคลลัสจากการทดลองที่ 1 ทำการตัดเนื้อเยื่อขนาดน้ำหนัก 0.5 กรัม ไปเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS (1962) ที่เติม 2,4-D ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันในแต่ละกรรมวิธี แล้วนำไปเลี้ยงเช่นเดียวกับการทดลองที่ โดยดึงตัวอย่างออกมากรรมวิธีละ 5 ซ้ำ

บันทึกข้อมูลเป็นเวลา 4 สัปดาห์

- 1.ร้อยละการเกิดแคลลัส
- 2.น้ำหนักสด
- 3.น้ำหนักแห้ง
- 4.ลักษณะอื่น ๆ เช่น การเกิดสีน้ำตาลของเนื้อเยื่อพืช

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1.ผลของ NAA และ 2,4-D ที่เลี้ยงในสภาพที่เลี้ยงแตกต่างกันที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดแคลลัส

เปรียบเทียบความเข้มข้นของ NAA และ 2,4-D ที่เลี้ยงในสภาพที่ให้แสง พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีการเกิดแคลลัส และมีอัตราการเกิดสีน้ำตาลของชิ้นส่วน 95 – 100 เปอร์เซ็นต์ ดังในตารางที่ 1 นอกจากนี้ เปรียบเทียบความเข้มข้นของ NAA และ 2,4-D ที่เลี้ยงในสภาพที่ไม่ให้แสง พบว่า กรรมวิธีที่เติม NAA ในทุกระดับความเข้มข้นไม่เกิดแคลลัส ส่วนกรรมวิธีที่เติม 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราการเกิดแคลลัส 100 เปอร์เซ็นต์ จำนวนวันที่เกิดแคลลัสเฉลี่ย 26.5 และ 30 วัน ดังในตารางที่ 2

2.ศึกษาผลความเข้มข้นของ 2,4-D ที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณแคลลัส

เปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของ 2,4-D พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทั้งในด้าน น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และการเกิดสีน้ำตาลของชิ้นส่วนพืช ดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 พัฒนาของชิ้นส่วนของใบผักเชียงดาที่เลี้ยงบนอาหารที่เติม 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

กรรมวิธี	นน.สด	นน.แห้ง	คะแนนสีน้ำตาล
2,4-D 0.5 mg/L.	2.78	0.15	1.17
2,4-D 1.0 mg/L.	2.67	0.17	1.08
2,4-D 2.0 mg/L.	2.33	0.12	1.58
F-test	ns	ns	ns

สรุปผล

ผลของ NAA และ 2,4-D ที่เลี้ยงในสภาพที่เลี้ยงแตกต่างกันที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดแคลลัส การชักนำให้เกิดแคลลัสของผักเชียงดาในอาหารกึ่งแข็งที่เติม 2,4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตรในสภาพที่ไม่ให้แสง มีอัตราการเกิดแคลลัส 100 เปอร์เซ็นต์ จำนวนวันเฉลี่ยที่เกิดแคลลัส คือ 26.5 วัน และผลความเข้มข้นของ 2,4-D ที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณแคลลัส โดยใช้ความเข้มข้นของ 2,4-D มี 3 ระดับ พบว่า ทุกระดับความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- ประไพภัทร คลังทรัพย์. 2550. ผักเชียงดาผักพื้นบ้านของไทยสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประเทศไทย. น. 35-36.
- เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2548. ผักพื้นบ้านภาคเหนือ. ศูนย์พัฒนาตำราการแพทย์แผนไทย. นนทบุรี. 80 น.
- มณฑา วงศ์มณีโรจน์ รงรอง วิเศษสุวรรณ และน้องนุช พจน์ชัยกุล. 2541. การสร้างแคลลัสและต้นอ่อนของหญ้าแพรกหิน. น. 1-8. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 36. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- วิลาสินี กวีกิจธรรมกุล ชูพา มงคลสุข วราลักษณ์ รัชต์แดง พนิดา วงษ์แหวน และเจษฎา วงศ์พรหม. 2548. การชักนำให้เกิดแคลลัสและการเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอยของบุกเนื้อทราย. น. 602-608. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 : สาขาพืช, กรุงเทพมหานคร.

สมบุญ เตะชะภิญญาวัฒน์. 2537. พฤกษศาสตร์ (BOTANY). ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ. 277 น. ..

ศิริวรรณ บุรีคำ. 2551. การชักนำให้เกิดแคลลัสชนิดเอ็มบริโอจินิกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเพิ่มปริมาณต้นหน่อไม้ฝรั่ง. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ 39(3): 420-423.

ศุภวรรณ บุญระเทพ. 2549. การผลิตสารทุติยภูมิโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ 20(2): 185-196.

อนรรักษ์ โพธิ์เอี่ยม จินตหรา ชัยจิตร พรภัทร อนุศิริ และอุษาคเนย์ ลิ้มสุวรรณ. 2554. การเจริญของแคลลัสและการศึกษาการเจริญของเซลล์แขวนลอยของเสาวรส. น. 163. ใน การประชุมวิชาการ พืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 10, กรุงเทพมหานคร.

อัญชลี จาละ. 2554. บทบาทของ BA และ NAA ที่มีต่อการเกิดยอดอ่อนของหงส์เหินดอกขาว (*Globba winitii* L.). น. 78. ใน การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 10, กรุงเทพมหานคร.

การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 12 (The 12th National Horticultural Congress)

“พืชสวนสู่ AEC ภายใต้สภาวะโลกร้อน”

(Horticulture Toward AEC Under Climatic Changes)

จัดโดย สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย

วันที่ 9 – 12 พฤษภาคม 2556

ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร

หลักการและเหตุผล

การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ได้เริ่มขึ้นเมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 สำนักงานเครือข่ายวิจัยและพัฒนาพืชสวนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ได้จัดประชุมระหว่างหัวหน้า หรือตัวแทนหน่วยงานราชการหลักที่มีกิจกรรมด้านการวิจัย ซึ่งเกี่ยวข้องกับพืชสวน ได้แก่ สถาบันวิจัยพืชสวน ภาควิชาพืชสวนของ 4 มหาวิทยาลัย คือ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รวมทั้งผู้แทนจากสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย ณ ห้องประชุมภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งได้ข้อสรุปว่า ควรมีการจัดประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ (National Horticultural Congress) ขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยเป็นการประชุมทางวิชาการร่วมระหว่างสถาบันต่างๆ ทั่วประเทศที่เกี่ยวข้องกับงานด้านพืชสวน ในช่วงเดือนพฤษภาคม การประชุมทางวิชาการดังกล่าว มีระยะเวลาการจัดประชุม 2 - 3 วัน และอาจจะให้มีการทัศนศึกษาก่อน หรือหลังการประชุมด้วยก็ได้ ทั้งนี้ให้สถาบันต่างๆ ผลัดกันเป็นเจ้าภาพ โดยให้สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทยเป็นแกนกลางในการดำเนินงาน

จากการเริ่มต้นดังกล่าว การจัดการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 1 ได้จัดขึ้นเมื่อวันที่ 11-13 กรกฎาคม พ.ศ. 2544 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ กรุงเทพมหานคร โดยความร่วมมือของสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร และสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย ซึ่งได้จัดต่อเนื่องมาทุกปีจนถึงปี 2554 ซึ่งได้จัดการประชุมมาแล้ว 11 ครั้ง

ในปี 2556 จะเป็นการจัดการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 12 โดยสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย ร่วมกับ กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร และ VNU Exhibitions Asia Pacific Co., Ltd. เป็นเจ้าภาพหลักร่วมกับสถาบันการศึกษา สถาบันวิจัย หน่วยงานภาครัฐและเอกชน กำหนดจัดขึ้นระหว่างวันที่ 9 - 12 พฤษภาคม 2556 ณ ศูนย์นิทรรศการ และการประชุม ไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร ภายใต้หัวข้อ “พืชสวนสู่ AEC ภายใต้สภาวะโลกร้อน” (Horticulture Toward AEC Under Climatic Changes) การเกษตรของประเทศไทยโดยเฉพาะการวิจัยพัฒนา และการผลิตทางด้านพืชสวนจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) และภาวะโลกร้อน (Global Warming) ซึ่งจะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการผลิตของพืชสวนทุกกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มพืชผักและเห็ด กลุ่มไม้ผล กลุ่มสมุนไพร และเครื่องเทศ กลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ และกลุ่มไม้ยืนต้นอุตสาหกรรม ประกอบกับในปี 2558 ประเทศไทยจะเข้า

ร่วมเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community:AEC) ซึ่งจะมีผลกระทบกระทบต่อภาคการเกษตรไทยทั้งทางบวกและทางลบ ดังนั้น การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 12 จะเป็นการเปิดโอกาสให้นักวิจัย นักวิชาการทั้งภาครัฐและเอกชน รวมทั้งเกษตรกรได้มีโอกาสนำเสนอผลงานวิจัย ค้นคว้าทดลองที่ได้ดำเนินการมา หรือการนำเสนอแนวทางการทำวิจัยและการพัฒนาเพื่อรองรับกับปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และการเข้าร่วมเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนที่จะทำให้พืชสวนไทยได้รับประโยชน์มากที่สุดขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ให้นักวิชาการจากส่วนราชการ สถาบันการศึกษา ภาคเอกชน และเกษตรกรได้นำเสนอผลงานวิจัย มาเผยแพร่ และรับฟังการวิพากษ์วิจารณ์เป็นการพัฒนาความรู้ และนำไปพิจารณาปรับใช้เพื่อการพัฒนาการเกษตรต่อไป
2. เพื่อรวบรวมผลงานข้อมูลงานวิจัยที่ได้เสนอในการประชุม จัดพิมพ์เป็นเอกสารเพื่อเผยแพร่ให้แก่สาธารณชนต่อไป
3. เพื่อให้เกิดความร่วมมือระหว่างนักวิจัยทางด้านพืชสวน เพื่อพัฒนาให้เป็นเครือข่ายของนักวิจัย เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานต่างๆ
4. เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการนำผลงานวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์ เพื่อพัฒนาทางด้านการผลิต การแปรรูป และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับพืชสวนทั้งในระดับประเทศและระดับสากล
5. เพื่อประกาศเกียรติคุณ มอบรางวัลผลงานวิจัยดีเด่น และผู้ทำคุณประโยชน์ให้แก่วงการพืชสวนของประเทศไทย

ระยะเวลาและสถานที่

ระหว่างวันที่ 9 - 12 พฤษภาคม 2556 ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร
หน่วยงานหลัก

สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย

VNU Exhibitions Asia Pacific Co., Ltd.

กรมวิชาการเกษตร

กรมส่งเสริมการเกษตร

หน่วยงานสนับสนุน

มหาวิทยาลัย และสถาบันการศึกษาด้านการเกษตรต่างๆ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธกส.)

องค์กรเอกชน และบริษัทต่างๆ

รูปแบบการประชุม

การประชุมประกอบด้วย การบรรยายพิเศษ การอภิปรายภายใต้หัวข้อ “พืชสวนสู่ AEC ภายใต้สภาวะโลกร้อน” (Horticulture Toward AEC Under Climatic Changes) รวมถึงการนำเสนอผลงานวิจัยทั้งภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์ การประชุมแลกเปลี่ยนความรู้ การจัดทัศนศึกษา ดูงานทางด้านพืชสวน การสนับสนุนแหล่งเงินทุนสำหรับงานวิจัยและพัฒนาทางด้านพืชสวน การมอบรางวัลสำหรับบุคคลดีเด่นทางพืชสวน และผลงานวิจัยที่ชนะการประกวด

กำหนดการ

วันพฤหัสบดีที่ ๑ พฤษภาคม 2556

เวลา	08.00 – 09.00 น.	ลงทะเบียน
	09.00 – 09.30 น.	พิธีเปิด การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 12 และงาน Horti Asia 2013 กล่าวต้อนรับ โดย นางลัดดา มงคลชัยวิวัฒน์ VNU Exhibitions Asia Pacific Co.Ltd. กล่าวรายงาน โดย ดร.อนันต์ คาโสดม นายกสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย กล่าวเปิดงาน โดย นายยุคล ลิ้มแหลมทอง รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
	09.30 – 10.30 น.	บรรยายพิเศษเรื่อง ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนกับพืชสวนไทย โดย นายยุคล ลิ้มแหลมทอง รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
	10.30 – 11.00 น.	พัก-อาหารว่างเครื่องดื่ม
	11.00 – 12.00 น.	บรรยายพิเศษเรื่อง การส่งเสริมการสร้างฐานการผลิตในประเทศเพื่อนบ้าน และการค้าชายแดน โดย ดร.โอฬาร ไชยประวัติ ที่ปรึกษานายกรัฐมนตรีและประธานผู้แทนการค้าไทย
	12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
	13.00 – 14.30 น.	เสนอผลงานตามกลุ่มพืช
	14.30 – 15.00 น.	พัก-อาหารว่างเครื่องดื่ม
	15.00 – 16.30 น.	เสนอผลงานตามกลุ่มพืช(ต่อ)
	16.30 – 18.00 น.	ชมผลงานภาคโปสเตอร์และงาน Horti ASIA 2013

18.00 – 22.00 น. งานเลี้ยงรับรอง

วันศุกร์ที่ 10 พฤษภาคม 2556

เวลา	09.00 – 10.00 น.	การบรรยายพิเศษ เรื่อง นโยบายงานวิจัยพืชสวนภายใต้สภาวะโลกร้อน โดย อธิบดีกรมวิชาการเกษตร
	10.00 – 10.30 น.	พัก – อาหารว่างเครื่องดื่ม
	10.30 – 11.15 น.	การบรรยายพิเศษ เรื่อง นโยบายการส่งเสริมพืชสวนสู่ AEC โดย อธิบดีกรมส่งเสริมการเกษตร
	11.15 – 12.00 น.	นโยบายและแนวทางการสนับสนุนการวิจัยด้านพืชสวน โดย ดร.พีรเดช ทองอำไพ ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร
	12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
	13.00 – 14.30 น.	เสนอผลงานตามกลุ่มพืช
	14.30 – 15.00 น.	พัก – อาหารว่างเครื่องดื่ม
	15.00 – 16.30 น.	เสนอผลงานตามกลุ่มพืช (ต่อ)
	16.30 – 18.30 น.	ชมผลงานภาคโปสเตอร์ และงาน Horti ASIA 2013

วันเสาร์ที่ 11 พฤษภาคม 2556

เวลา	09.00 – 10.00 น.	การจัดตั้งองค์การความร่วมมือทางด้านวิชาการไม้ผลเขตร้อน อาเซียน โดย ดร.สุนทร พิพิธแสงจันทร์ ที่ปรึกษาสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย
	10.00 – 10.30 น.	พัก-อาหารว่างเครื่องดื่ม
	10.30 – 12.30 น.	อภิปราย เรื่อง กลยุทธ์ แนวคิดจากประสบการณ์ในการพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ และกล้วยไม้ ผู้ดำเนินการอภิปราย นายโอฬาร พิทักษ์ รองปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ผู้ร่วมอภิปราย

นายสุวรรณ หิรัญวรวิฑูรย์ นายกสมาคมพฤกษชาติแห่งประเทศไทย

นายเจตต์ มีญานเยี่ยม นายกสมาคมผู้ส่งออกดอกกล้วยไม้ไทย

นายดิเรก ตนพยอม ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

นายทวีพงศ์ สุวรรณโร ผู้อำนวยการกลุ่มส่งเสริมการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ
กรมส่งเสริมการเกษตร

รศ.สุรวิษ วรรณไกรโรจน์ อาจารย์ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12.30 – 13.30 น.

พัก – อาหารกลางวัน

13.30 – 15.00 น.

เสนอผลงานตามกลุ่มพืช

15.00 – 15.30 น.

พัก – อาหารว่างเครื่องดื่ม

15.30 – 16.30 น.

พิธีมอบรางวัลผลงานวิจัยและผู้นำเสนอผลงานวิจัยดีเด่น

- สรุปผลการประชุม

- พิธีมอบการจัดประชุมให้เจ้าภาพครั้งต่อไป

- พิธีปิดการประชุม

วันอาทิตย์ที่ 12 พฤษภาคม 2556

เวลา 08.00 – 17.00 น.

ทัศนศึกษา

ขอบข่ายรายละเอียดโครงการกิจกรรมภายในงาน

1. การนำเสนอผลงานวิจัย ในภาคบรรยาย และภาคโปสเตอร์ (Oral and Poster Presentations)

1.1 งานวิจัยพื้นฐาน (Basic Research) โดยแบ่งกลุ่มพืช

- 1) ผักและเห็ด
- 2) ไม้ผล
- 3) ไม้ดอก ไม้ประดับ
- 4) สมุนไพรและเครื่องเทศ
- 5) พืชสวนอุตสาหกรรม
- 6) อื่นๆ

1.2 งานวิจัยประยุกต์ (Applied Research)

2. การบรรยายพิเศษ และอภิปรายกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC)

- 1) ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนกับพืชสวนไทย
- 2) การส่งเสริมการสร้างฐานการผลิตในประเทศเพื่อนบ้านและการค้าชายแดน
- 3) นโยบายงานวิจัยพืชสวนภายใต้สภาวะโลกร้อน
- 4) นโยบายการส่งเสริมพืชสวนสู่ AEC
- 5) นโยบาย และแนวทางการสนับสนุนการวิจัยด้านพืชสวน
- 6) การจัดตั้งองค์การความร่วมมือทางด้านวิชาการ ไม้ผลเขตร้อน อาเซียน
- 7) กลยุทธ์แนวคิดจากประสบการณ์ในการพัฒนาไม้ดอก ไม้ประดับและกล้วยไม้

3. การแสดงสินค้า และบริการที่เกี่ยวข้องทางพืชสวน เพื่อแนะนำหรือจำหน่าย หรือแหล่งเงินทุน

(Business Exhibition)

4. การบริการการติดต่อกัน การสัมภาษณ์งาน การฝึกงาน (Placement Service)

5. การมอบรางวัล ผลงานดีเด่น และรางวัลผู้มีคุณประโยชน์ต่อวงการพืชสวน (Awards)

การพิจารณาผลงานวิจัย

คณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 12 ขอสงวนสิทธิ์ในการพิจารณาและดำเนินการดังต่อไปนี้

1. พิจารณาคัดเลือกผลงานวิจัยที่จะนำเสนอในการประชุม โดยผ่านความเห็นชอบของคณะกรรมการฝ่ายวิชาการ
2. พิจารณาคัดสิทธิ์ เรื่องที่เคยพิมพ์เผยแพร่มาแล้ว และผลงานวิจัยที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

ข้อกำหนดการนำเสนอผลงานภาคบรรยาย

1. ผู้เสนอผลงานวิจัย ควรเตรียมอุปกรณ์ เช่น สไลด์ แผ่นใส และไฟล์ของโปรแกรม Power Point ประกอบการบรรยาย และมอบให้เจ้าหน้าที่ประจำห้องประชุมก่อนเสนอผลงาน
2. เวลานำเสนอผลงาน รวมเวลาถาม ตอบ –เรื่องละ 15 นาที

ข้อกำหนดในการเสนอผลงานภาคโปสเตอร์

องค์ประกอบของโปสเตอร์

1. ชื่อเรื่อง ผู้วิจัย สถานที่ทำงาน

2. เนื้อหา ประกอบด้วย

เรื่องย่อ : สรุปผลงานอย่างสั้น ได้ใจความ

คำนำ : บ่งถึงพื้นฐาน หรือที่มาของงานที่เคยทำมาก่อน มีการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง
แสดงความสำคัญ และวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

อุปกรณ์และวิธีการ: แสดงอุปกรณ์ที่สำคัญ การวางแผน วิธีดำเนินงาน เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

ผลการทดลอง : แสดงผลสำคัญที่ได้ตามวัตถุประสงค์ หรือแต่ละข้อของการดำเนินงานที่สำคัญ
และเป็นจุดเด่นของผลงาน

วิจารณ์ : ประเมินผลการทดลองอย่างสั้น ๆ เพื่อเน้นความสำคัญของงาน โดยสรุปในแบบที่
เข้าใจง่าย

เอกสารอ้างอิง : เลือกเฉพาะสำคัญที่เกี่ยวข้องโดยตรงเท่านั้น

ตาราง/กราฟ/รูปภาพ : ต้องมีเนื้อหาและคำอธิบายเป็นภาษาอังกฤษ โดยเลือกเฉพาะส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้อง

ข้อกำหนดให้ผู้เสนอผลงานวิจัย

ส่งชื่อเรื่องของผลงานวิจัย พร้อมบทคัดย่อ ทั้งภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์ ภายในวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2556

การลงทะเบียน

ประเภท	ค่าลงทะเบียน	
	ภายใน 31 มีนาคม 2556	ตั้งแต่ 1 เมษายน 2556
นักศึกษา / เกษตรกร / ผู้เกษียณอายุ	1,500.- บาท	2,000.- บาท
ข้าราชการ / บุคคลทั่วไป	2,000.- บาท	2,800.- บาท

การชำระเงิน

ชำระค่าลงทะเบียนโดยผ่านบัญชี ธนาคาร ทหารไทย จำกัด

ชื่อบัญชี : สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย

เลขบัญชี : 069-244-4631

กรุณายืนยันการชำระเงินโดยแนบหลักฐานการชำระเงินค่าลงทะเบียน โดยเขียนชื่อ-นามสกุล ผู้ลงทะเบียน
ให้ชัดเจน ส่งมาที่ โทรสาร 02 940 6579 Email: nhc12th@gmail.com , hsssth_1@hotmail.com

กำหนดการส่งผลงานวิจัย

วัน /เดือน/ปี	กิจกรรม
11 มีนาคม 2556	วันสุดท้ายของการส่งบทความ (ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)
11 เมษายน 2556	แจ้งผลพิจารณาบทความผ่านทางเว็บไซต์
9 - 11 พฤษภาคม 2556	วันสุดท้ายของการส่งเรื่องเต็ม

วิธีการส่งบทความและเรื่องเต็ม

การส่งบทความ

ผู้ที่ต้องการส่งบทความเพื่อเข้าร่วมการนำเสนอผลงานวิจัยครั้งนี้ สามารถส่งผลงานของท่านได้ที่
Email: nhc12th@gmail.com , hsssth_1@hotmail.com “กรุณาระบุประเภทการนำเสนอมาด้วยทุกครั้ง”

เมื่อคณะกรรมการประชุมได้รับผลงานของท่านแล้วจะแจ้งการตอบรับ และความถูกต้องของรูปแบบการเขียนบทความกลับไปโดยสามารถดาวน์โหลดเอกสารได้ที่ www.hsssth2.com

ดาวน์โหลดเอกสาร : รูปแบบและข้อกำหนดการเขียนบทความ (pdf)

ดาวน์โหลดเอกสาร : เอกสารต้นแบบการเขียนบทความ (doc)/ เอกสารต้นแบบการเขียนบทความ(pdf)

การส่งเรื่องเต็ม

ผู้ที่ต้องการจะส่งเรื่องเต็มเพื่อเข้าร่วมเสนอผลงานวิจัยในการประชุมครั้งนี้ สามารถส่งผลงานของท่านได้ที่
Email: nhc12th@gmail.com, hsssth_1@hotmail.com หรือส่งเรื่องเต็มฉบับ hard copy 1 ฉบับ (ไม่เกิน 4 หน้ากระดาษ A4) พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล 1 แผ่น โดยพิมพ์ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด (Microsoft Word for Windows 2003) ภายในวันที่ 9 - 11 พฤษภาคม 2556 ที่โถงลงทะเบียนการประชุม

หากผู้ส่งผลงานเขียนเรื่องเต็มและบทความไม่ตรงตามแบบฟอร์มที่กำหนดให้ คณะกรรมการฯ จะไม่รับการพิจารณาเพื่อการตีพิมพ์เรื่องเต็ม (Full paper)

สามารถดาวน์โหลดเอกสารได้ที่ www.hsssth2.com

ดาวน์โหลดเอกสาร : รูปแบบและข้อกำหนดการเขียนบทความ (pdf)

ดาวน์โหลดเอกสาร : เอกสารต้นแบบการเขียนบทความ (doc)/เอกสารต้นแบบการเขียนบทความ(pdf)

การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย

ข้อกำหนดการนำเสนอผลงานภาคบรรยาย

เพื่อให้การนำเสนอของผู้สัมมนาเป็นด้วยความเรียบร้อย ไม่ให้เกิดปัญหาทางด้านเทคนิคในการนำเสนอจึงขอความร่วมมือให้ผู้นำเสนอดำเนินการดังนี้

การบันทึกไฟล์นำเสนอ

บันทึกไฟล์นามสกุล .ppt หรือ .pdf ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟต์ออฟฟิศ (Microsoft Office)

การเลือกใช้ตัวอักษรและขนาดตัวอักษร

เลือกใช้ตัวอักษร (font) แบบ Angsana New ทั้งฉบับ ยกเว้น ตัวอักษรที่เป็นสัญลักษณ์ ให้ใช้รูปแบบอักษรเป็น Symbol เท่านั้น

ขนาดของตัวอักษร 16 pt. สำหรับเนื้อหา และขนาด 18 Bold ขึ้นไปสำหรับหัวข้อ

ผู้นำเสนอผลงานจะต้องนำไฟล์ที่ต้องการนำเสนอบันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทางผู้จัดเตรียมไว้เท่านั้น โดยกำหนดให้ผู้ให้นำเสนอในแต่ละวันนำไฟล์มามอบให้เจ้าหน้าที่เพื่อดำเนินการอย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนนำเสนอ

การเตรียมเสนองานภาคโปสเตอร์

ข้อกำหนดสำหรับผู้นำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์

โปสเตอร์ที่ผ่านการพิจารณาแล้ว ต้องติดแสดงผลงานภาคโปสเตอร์ในวันประชุมทั้ง 3 วัน โดยผู้นำเสนอจะต้องติดตั้งโปสเตอร์ตั้งแต่วันที่ 8 พฤษภาคม 2556 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป และให้เสร็จเรียบร้อยภายในเวลา 12.00 น. ของวันที่ 9 พฤษภาคม 2556 และเริ่มเก็บโปสเตอร์ ในวันที่ 11 พฤษภาคม 2556 ตั้งแต่เวลา 12.00-14.00 น.

รูปแบบและข้อกำหนดการเตรียมเสนองานภาคโปสเตอร์

การกำหนดรูปแบบและข้อกำหนดการเตรียมเสนองานภาคโปสเตอร์โดยให้ผู้เสนอผลงานบนโปสเตอร์ขนาด 80 เซนติเมตร สูง 100 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่นต่อเรื่อง โดยให้เนื้อหาควรประกอบด้วย

1. บทคัดย่อ
2. คำนำ
3. วิธีดำเนินการ
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล
5. สรุปผลการทดลอง
6. เอกสารอ้างอิง

สามารถดาวน์โหลดเอกสารได้ที่ www.hssth2.com

ดาวน์โหลดเอกสาร : รูปแบบและข้อกำหนดการเตรียมเสนองานภาคโปสเตอร์ (pdf)

การจองที่พัก

สามารถดูรายละเอียดห้องพักได้ที่ www.hssth2.com

ติดต่อสอบถามได้ที่

สมาคมพิษสวนแห่งประเทศไทย

เลขที่ 50 กรมวิชาการเกษตร ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร 02 940 6578 โทรสาร 02 940 6579

Email: nhc12th@gmail.com , hssth_1@hotmail.com

หรือ www.hssth2.com



ที่ ศธ ๐๕๘๑.๑๑/ ๐๐๐๑

สถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
สี่เสาเทเวศร์ เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

๒ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์บทความ ในงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๕ และ
การประชุมวิชาการนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๔ เพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ
และวิจัย มทร.พระนคร (ฉบับพิเศษ)

เรียน นายอาทิตย์ อุคมโยธิน และคณะ

ตามที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ทั้ง ๘ แห่ง จัดการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๕ และการประชุมวิชาการนานาชาติ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๔ ในหัวข้อเรื่อง “การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน”
(Technology & Innovation Development for Sustainability) ระหว่างวันที่ ๑๕-๑๖ กรกฎาคม ๒๕๕๖
ณ ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ โรงแรมเซ็นทารา แกรนด์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพมหานคร นั้น

ในการนี้ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ขอแจ้งให้ทราบว่า
บทความเรื่อง การทดสอบสมรรถนะการผสมของเจอร์กิ้น ดังกล่าวได้ผ่านการประเมินจากกรรมการ
ผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้วและได้รับการตีพิมพ์ลงในวารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร (ฉบับพิเศษ) ซึ่งทาง
กองบรรณาธิการจะจัดส่งวารสารฉบับดังกล่าว ไปให้ในลำดับต่อไป อนึ่งบทความดังกล่าวถือเป็นลิขสิทธิ์ของ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรินทร์พร ภู่อภิสิทธิ์)

รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร

โทรศัพท์ : ๐ ๒๒๘๒ ๙๐๐๙-๑๕ ต่อ ๖๐๙๔, ๖๐๙๗

โทรสาร : ๐ ๒๒๘๒ ๐๔๒๓



RMUTCON
Rajamangala University of Technology
Bangkok Thailand 2013

บทคัดย่อ

การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

“การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน”

15-16 กรกฎาคม 2556 .

บางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์

เซ็นทารา แกรนด์ แอควีเซียมเวิร์ลด์ กรุงเทพมหานคร

55-O11: การทดสอบสมรรถนะการผสมของเจอร์กิน

Combining Ability Test of Gherkin (*Cucumis sativus* L.)อาทิตย์ อุดมโยธิน^{1*} จานุกฤษณ์ ขนบดี¹ และ ปิยะวดี เจริญวัฒน์²¹สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ²คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทคัดย่อ ทำการทดสอบสมรรถนะการผสมของเจอร์กิน 8 สายพันธุ์ ที่ได้จากการคัดเลือกแบบบันทึกจดประวัติ 5 ชั่ว และลูกผสมตรงและสลับอย่างละ 28 คู่ วางแผนการทดลอง แบบ RCB จำนวน 2 บล็อก ดำเนินการระหว่าง เดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน พ.ศ. 2555 ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร จ.ลำปาง ทำการวิเคราะห์ผลทางพันธุกรรมโดยใช้วิธีของ Griffing วิธีที่ 1 โดยสิ่งทดลองเป็นปัจจัยกำหนด พบว่าทุกลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ ยกเว้น ลักษณะผลผลิตต่อไร่และจำนวนผลต่อต้น สมรรถนะการผสมทั่วไปมีความแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะที่ศึกษา สมรรถนะการผสมเฉพาะมีความแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะที่ศึกษา ยกเว้น ลักษณะผลผลิตต่อไร่และจำนวนผลต่อต้น พบอิทธิพลของการผสมสลับ แม่และพ่อในทุกลักษณะที่ศึกษา ยกเว้น ลักษณะความกว้างของผล ลักษณะผลผลิตต่อไร่ พบว่า สายพันธุ์ P1 P3 P2 P5 และ P8 มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง และพันธุ์ลูกผสม 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ P5 / P3 P5 / P2 P1 / P5 P6 / P2 P3 / P2 และ P6 / P8 มีสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง

Abstract: Combining ability test of eight F5 gherkin lines from 5 generations in selected pedigree method, 28 direct and 28 reciprocal crosses was performed. The experiment was designed in RCB with 2 blocks. The trial was planted during July to September, 2012 at Lampang Agricultural Research and Training Centre, Lampang province. Data were analyzed using Griffing method 1 with fixed treatment effect. The results were significant between varietal in all traits except yield and fruit per plant. General combining ability (GCA) was significant in all traits. Specific combining ability (SCA) was significant in all traits except yield and fruit per plant. Significance was also found in reciprocal effect in all traits except the width of fruit. For the yield of lines P1, P3, P2, P5, and P8 expressed high GCA and six hybrids were P5 / P3, P5 / P2, P1 / P5, P6 / P2, P3 / P2, and P6 / P8 had high SCA.

คำสำคัญ : สมรรถนะการผสม เจอร์กิน โรคราน้ำค้าง

Keywords : combining ability, gherkin, downy mildew

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ muba_seaw@hotmail.com โทร. 08 1030 1600

การทดสอบสมรรถนะการผสมของเจอร์กิน
Combining Ability Test of Gherkin (*Cucumis sativus* L.)

อาทิศย์ อุดมโยธิน^{1*} จานุลักษณ์ ขนบดี¹ และปิยะวดี เจริญวัฒน์²

Artit Udomyotin^{1*} Chanulak Khanobdee¹ and Piyavadee Charoenwattana²

บทคัดย่อ

ทำการทดสอบสมรรถนะการผสมของเจอร์กิน 8 สายพันธุ์ ที่ได้จากการคัดเลือกแบบบันทึกจุดประวัติ 5 ชั่ว และลูกผสมตรงและสลับอย่างละ 28 คู่ เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง และพันธุ์ลูกผสมที่มีสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงสำหรับสร้างพันธุ์การค้าต่อไป วางแผนการทดลอง แบบ RCB จำนวน 2 บล็อก ดำเนินการระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน พ.ศ. 2555 ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร จ.ลำปาง ทำการวิเคราะห์ผลทางพันธุกรรมโดยใช้วิธีของ Griffing วิธีที่ 1 โดยสิ่งทดลองเป็นปัจจัยกำหนด พบว่า ทุกลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ ยกเว้น ลักษณะผลผลิตต่อไร่และจำนวนผลต่อต้น สมรรถนะการผสมทั่วไปมีความแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะที่ศึกษา สมรรถนะการผสมเฉพาะมีความแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะที่ศึกษา ยกเว้น ลักษณะผลผลิตต่อไร่และจำนวนผลต่อต้น พบอิทธิพลของการผสมสลับ แม่และพ่อในทุกลักษณะที่ศึกษา ยกเว้น ลักษณะความกว้างของผล ลักษณะผลผลิตต่อไร่ พบว่า สายพันธุ์ P1 P3 P2 P5 และ P8 มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง และพันธุ์ลูกผสม 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ P5 / P3 P5 / P2 P1 / P5 P6 / P2 P3 / P2 และ P6 / P8 มีสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง

Abstract

Combining ability test of eight F₅ gherkin lines from 5 generations in selected pedigree method, 28 direct and 28 reciprocal crosses was performed. The objective of this study was to selected high general combining ability line and high specific combining ability hybrid for commercial variety. The experiment was designed in RCB with 2 blocks. The trial was planted during July to September, 2012 at Lampang Agricultural Research and Training Centre, Lampang province. Data were analyzed using Griffing method 1 with fixed treatment effect. The results were significant between varietal in all traits except yield and fruit per plant. General combining ability (GCA) was significant in all traits. Specific combining ability (SCA) was significant in all traits except yield and fruit per plant. Significance was also found in reciprocal effect in all traits except the width of fruit. For the yield of lines P1, P3, P2, P5, and P8 expressed high GCA and six hybrids were P5 / P3, P5 / P2, P1 / P5, P6 / P2, P3 / P2, and P6 / P8 had high SCA.

คำสำคัญ: สมรรถนะการผสม เจอร์กิน โรคราหน้าค้าง

Keywords: combining ability, gherkin, downy mildew

¹ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 89 อ. เมือง จ. ลำปาง 52000

Lampang Agricultural Research and Training Centre, Rajamangala University of Technology Lanna, P.O. Box 89 Muang, Lampang, 52000

² คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ. ธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12130.

Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi Pathum Thani 12130.

* ผู้ประสานงาน muba_sarw@hotmail.com โทร. 0810301600

คำนำ

แตงกวาเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์แตง (Cucurbitaceae) เจอร์กิน (Gherkin) หรือแตงกวาดองเป็นแตงกวาสำหรับการแปรรูปในอุตสาหกรรม โดยมีขนาดผลยาวและกว้าง 4.0 – 6.0 และ 1.0 – 2.0 เซนติเมตร และดอกในหวดหรือกระป๋องด้วยน้ำส้มสายชูพร้อมด้วยสมุนไพร โดยเฉพาะอย่างยิ่งผักชีฝรั่งและน้ำเกลือ เจอร์กินดองสามารถรับประทานร่วมกับอาหารอื่นๆ ซึ่งมักจะพบในแซนวิช แต่ปัจจุบันสามารถพบอาหารที่มีเฮอร์กินได้อย่างกว้างขวาง (Agro-on (Thailand) Co.,Ltd.(n.d.)) FAOSTAT (2011) รายงานว่า พื้นที่เก็บเกี่ยวแตงกวาและเฮอร์กินทั่วโลกมี 13,066,425 ไร่ ประเทศที่มีพื้นที่เก็บเกี่ยวมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ จีน แคนาดา อิหร่าน รัสเซีย และตุรกี โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวร้อยละ 53.1 9.2 4.5 3.2 และ 3.0 ตามลำดับ ส่วนประเทศไทยนั้นมีพื้นที่เก็บเกี่ยวเป็นอันดับ 12 ของโลก โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยว 153,263 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.2 ของพื้นที่เก็บเกี่ยวทั่วโลก USAID (2012) รายงานว่า ปี พ.ศ. 2549 - 2553 ตลาดแตงกวาดองในสหรัฐอเมริกาปริมาณการขยลดลงจาก 332.5 ล้านหน่วย เป็น 326.5 ล้านหน่วย แต่มีมูลค่าเพิ่มขึ้นจาก 491.3 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เป็น 526.1 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 7

ปัญหาที่พบการปลูกเฮอร์กินในฤดูฝนหรือฤดูหนาว คือ การระบาดของโรคราน้ำค้าง (Downy mildew) ซึ่งมีสาเหตุจากเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis* เมื่อพืชได้รับเชื้อสามารถทำลายพืชได้อย่างรุนแรง ทำให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตลดลงร้อยละ 30 – 100 (Celetti *et. al.*, 2007) งานทดลองนี้ได้นำเสนอการทดสอบสมรรถนะการผสมของแตงกวาเฮอร์กิน 8 สายพันธุ์ ที่มีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง และให้ผลผลิตต่อไร่สูง ซึ่งได้จากการคัดเลือกแบบบันทึกจดประวัติ 5 ชั่ว เพื่อสร้างพันธุ์แตงกวาเฮอร์กินที่มีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง และให้ผลผลิตต่อไร่สูง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ สายพันธุ์เฮอร์กินพ่อแม่จำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่
 - 1.1 PI 418962 / Agro-on 3 -4 -5# -4# -1 (P1)
 - 1.2 Agro-on 1 / PI 432858 // Agro-on 1 / PI 197088 -1 -3 -1# -2 (P2)
 - 1.3 Agro-on 1 / PI 432858 // Agro-on 1 / PI 197088 -1 -3 -4# -2# (P3)
 - 1.4 Agro-on 1 / PI 432858 // Agro-on 1 / PI 197088 -1 -3 -13# -1# (P4)
 - 1.5 Agro-on 1 / PI 432858 // Agro-on 1 / PI 197088 -1 -3 -13# -2 (P5)
 - 1.6 Agro-on 1 / PI 432858 // Agro-on 1 / PI 197088 -1 -3 -13# -4# (P6)
 - 1.7 Agro-on 1 / PI 432858 // Agro-on 1 / PI 197088 -1 -3 -13# -6# (P7)
 - 1.8 Agro-on 1 / PI 432858 // Agro-on 1 / PI 197088 -1 -3 -13# -7 (P8)
2. เมล็ดพันธุ์ พันธุ์ลูกผสมตรงและสลับอย่างละ 28 พันธุ์

วิธีการ

ทำการย้ายปลูกสายพันธุ์เจอร์กินพ่อแม่ร่วมกับพันธุ์ลูกผสมตรงและสลับ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 2 บล็อก ระยะระหว่างต้นและแถว 0.3×0.8 เมตร ย้ายปลูกจำนวน 12 ต้นต่อแปลงย่อย ใส่ปุ๋ยหมักรองพื้น อัตรา 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เพาะเมล็ดแล้วย้ายปลูกเมื่อต้นกล้า อายุ 7–10 วันหลังเพาะ จากนั้นทำการปักค้ำเมื่อต้นแตกกวอายุ 10–14 วันหลังย้ายปลูก ปักค้ำโดยใช้ไม้รวก ปักเป็นกระโจม และด้านข้างซึ่งด้วยตาข่าย ปล่อยให้แตกแขนงตามธรรมชาติ หลังย้ายปลูก 10 และ 20 วัน ใส่ปุ๋ย แต่งหน้าโดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ การป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็น และเก็บเกี่ยวผลผลิตสดเมื่อผลเจอร์กินมีขนาดยาวและกว้างผล 4.0–6.0 และ 1.0–2.0 เซนติเมตร

การบันทึกข้อมูล

1. ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต ทำการเก็บผลผลิตสด จำนวน 12 ต้นต่อแปลงย่อย บันทึกผลผลิตต่อไร่และจำนวนผลต่อต้น จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่าง จำนวน 10 ผลต่อสายพันธุ์หรือพันธุ์ เพื่อบันทึกน้ำหนักต่อผล (กรัม) ขนาดผล (กว้างและยาว) (เซนติเมตร) อายุเก็บเกี่ยวและช่วงเวลาเก็บเกี่ยว

2. ประเมินระดับการเกิดโรคราน้ำค้าง ทำการประเมินระดับการเกิดโรคราน้ำค้างในสภาพธรรมชาติด้วยสายตา ที่อายุ 20 30 และ 40 วันหลังย้ายปลูก โดยพิจารณาจากร้อยละของพื้นที่ใบที่เสียหายอันเนื่องมาจากแผลของโรคราน้ำค้าง ซึ่งพิจารณารวมทั้งสายพันธุ์หรือพันธุ์ ใช้ระดับ 0–5 ในการประเมิน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ระดับ 0	คือ ไม่เกิดอาการของโรค
ระดับ 1	คือ พื้นที่ใบถูกทำลาย ร้อยละ 1–20
ระดับ 2	คือ พื้นที่ใบถูกทำลาย ร้อยละ 21–40
ระดับ 3	คือ พื้นที่ใบถูกทำลาย ร้อยละ 41–60
ระดับ 4	คือ พื้นที่ใบถูกทำลาย ร้อยละ 61–80
ระดับ 5	คือ พื้นที่ใบถูกทำลาย ร้อยละ 81–100 (วิลาลินี และคณะ, 2550)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมรรถนะการผสมทั่วไป

พบว่า ทุกลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในสมรรถนะการผสมทั่วไป สายพันธุ์ P1 P3 P2 P5 และ P8 มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปเป็นบวก และให้ค่าประมาณของสมรรถนะการผสมทั่วไปแตกต่างจาก 0 เท่ากับ 0.19 0.16 0.06 0.06 และ 0.01 ตามลำดับ สายพันธุ์ดังกล่าวเหมาะสำหรับนำไปสร้างเป็นพันธุ์ผสมปล่อยต่อไป (ตารางที่ 1 2 และ 3)

2. สมรรถนะการผสมเฉพาะ

พบว่า ทุกลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างระหว่างคู่ผสมในสมรรถนะการผสมเฉพาะ ยกเว้น ลักษณะผลผลิตต่อไร่และจำนวนผลต่อต้น คู่ผสม P5 / P3 P5 / P2 P1 / P5 P6 / P2 P3 / P2 และ P6 / P8 แสดง

สมรรถนะการผสมเฉพาะสูงในลักษณะผลผลิตต่อไร่ เท่ากับ 0.50 0.46 0.42 0.41 0.41 และ 0.40 ตามลำดับ พันธุ์ดังกล่าวเหมาะสำหรับนำไปเป็นพันธุ์ลูกผสมต่อไป ผลผลิตต่อไร่สูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์ P3 / P4 P3 / P2 P5 / P3 P5 / P1 และ P3 / P1 ระหว่าง 2.4 - 2.5 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ระดับการเกิดโรคราน้ำค้างที่ 40 วัน หลังย้ายปลูก ต่ำสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์ P3 / P2 P2 / P7 P6 / P5 P1 / P2 และ P6 / P2 ระหว่าง 0.6 0.9 1.0 1.1 และ 1.1 ตามลำดับ (ตารางที่ 1 2 และ 3)

3. อิทธิพลของการผสมสลับแม่และพ่อ

พบอิทธิพลของการผสมสลับแม่และพ่อในทุกลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ ลักษณะผลผลิตต่อไร่ จำนวนผล ต่อต้น น้ำหนักต่อผล ขาวผล อายุเก็บเกี่ยว ช่วงเวลาเก็บเกี่ยว และระดับโรคราน้ำค้าง ยกเว้น ลักษณะกว้างผล พันธุ์ P5 / P3 P5 / P2 P3 / P2 P6 / P2 และ P8 / P2 ให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงในลักษณะผลผลิต และให้ค่าประมาณแตกต่างจาก 0 คือ 0.50 0.46 0.41 0.41 และ 0.38 ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และ 3)

ตารางที่ 1 ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตในการทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์พ่อแม่ 8 สายพันธุ์ 28 ลูกผสมตรง และ 28 ลูกผสม
 สลับ ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2555

แม่ / พ่อ	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	ผลต่อต้น (ผล)	น้ำหนักต่อผล (กรัม)	ขนาดผล (ซม.)				การเก็บเกี่ยว (วัน)				ระดับ		
				กว้าง	ยาว	อายุ	ช่วงเวลา	โรคราน้ำค้าง						
P1 / P1	1.4	15.8	15.3	h ^{2/}	1.9	e	6.6	c-i	25	de	25	a-d	2.4	a-f
P1 / P2	2.1	22.2	21.2	a	2.2	a	7.1	a-d	24	e	27	a	1.1	g-j
P1 / P3	2.1	24.4	18.6	a-g	2.1	a-c	6.5	f-i	24	e	27	a	2.0	a-h
P1 / P4	1.6	17.7	21.2	ab	2.1	a-c	7.4	a	25	de	27	ab	1.8	b-i
P1 / P5	2.4	26.1	17.9	c-h	2.0	b-e	6.7	c-i	24	e	27	a	2.3	a-f
P1 / P6	2.0	21.9	18.6	a-g	2.0	a-d	6.5	f-i	24	e	27	a	1.8	b-i
P1 / P7	2.0	20.7	20.5	a-c	2.1	a-c	7.1	a-e	24	e	27	a	2.4	a-f
P1 / P8	1.5	16.7	19.2	a-g	2.1	a-d	7.0	a-h	25	de	27	ab	2.3	a-g
P2 / P1	2.2	23.6	20.2	a-d	2.1	a-d	7.1	a-d	25	de	27	ab	1.7	c-i
P2 / P2	1.6	20.2	18.0	c-h	2.0	a-d	6.5	g-i	29	a	23	d	1.2	f-j
P2 / P3	1.6	20.1	17.5	c-h	2.0	b-e	6.6	f-i	27	a-c	25	a-d	1.4	c-j
P2 / P4	1.9	25.8	18.1	c-h	2.0	c-e	6.9	a-i	26	b-e	26	a-d	1.2	f-j
P2 / P5	1.4	19.5	18.1	c-h	2.1	a-d	6.7	c-i	27	a-e	24	b-d	1.8	b-i
P2 / P6	1.4	16.3	18.3	a-h	2.0	b-e	6.7	c-i	25	c-e	26	a-c	1.6	c-i
P2 / P7	1.8	24.2	18.8	a-g	2.0	a-d	6.9	a-i	25	c-e	26	a-c	0.9	ij
P2 / P8	1.3	17.1	19.1	a-g	2.1	a-d	6.9	a-i	26	b-e	25	a-d	2.3	a-g
P3 / P1	2.4	24.8	18.1	b-h	1.9	c-e	7.2	a-d	25	de	27	ab	2.4	a-f
P3 / P2	2.5	28.9	18.6	a-g	2.0	a-d	6.7	c-i	28	ab	23	cd	0.6	j
P3 / P3	2.0	27.0	18.4	a-g	2.0	a-d	6.6	d-i	27	a-e	25	a-d	1.1	g-j
P3 / P4	2.5	30.4	19.8	a-c	2.1	a-c	7.1	a-f	24	e	27	a	1.6	c-i
P3 / P5	1.5	18.4	19.7	a-f	2.1	a-d	6.8	b-i	25	de	27	ab	3.1	ab
P3 / P6	1.8	23.0	17.9	c-h	2.0	a-d	6.5	hi	25	c-e	26	a-c	1.5	d-j
P3 / P7	1.4	18.5	18.4	a-h	2.0	a-d	6.8	b-i	28	a-c	24	b-d	1.4	c-j
P3 / P8	2.1	26.0	19.4	a-g	2.0	b-e	7.3	a	26	b-e	26	a-d	1.8	b-i
P4 / P1	1.6	18.3	19.7	a-f	2.0	b-e	7.3	ab	24	e	27	a	2.6	a-e
P4 / P2	1.7	20.2	19.4	a-g	2.0	b-e	7.1	a-c	27	a-d	24	b-d	1.3	f-j
P4 / P3	1.7	25.8	17.2	d-h	2.0	b-e	6.5	g-i	26	b-e	26	a-d	2.1	a-h
P4 / P4	1.5	18.6	18.5	a-g	2.0	a-d	6.9	a-h	25	de	27	ab	2.6	a-d
P4 / P5	1.8	24.8	18.9	a-g	2.0	a-d	7.0	a-g	27	a-d	24	a-d	1.3	f-j
P4 / P6	1.8	23.6	18.6	a-g	2.0	a-d	6.5	g-i	25	c-e	26	a-c	2.7	a-d
P4 / P7	1.1	15.4	17.7	c-h	1.9	de	7.0	a-f	26	b-e	25	a-d	2.0	a-h
P4 / P8	1.6	20.6	17.4	d-h	2.0	c-e	6.9	a-i	26	b-e	25	a-d	2.0	b-i
P5 / P1	2.4	27.6	19.6	a-g	2.1	a-c	7.0	a-f	25	de	27	ab	2.5	a-e
P5 / P2	2.4	30.6	17.6	c-h	2.0	a-d	6.8	a-i	27	a-e	25	a-d	1.8	b-i

ตารางที่ 1 (ต่อ)

แม่	/	พ่อ	ผลผลิต	ผลต่อต้น	น้ำหนักต่อผล		ขนาดผล (ซม.)				การเก็บเกี่ยว (วัน)				ระดับ	
			(ตันต่อไร่)	(ผล)	(กรัม)		กว้าง	ยาว			อายุ	ช่วงเวลา			โรคราน้ำค้าง	
P5	/	P3	2.4	30.3	19.4	a-g	2.1	a-c	6.9	a-i	25	de	27	ab	1.7	c-i
P5	/	P4	1.8	24.6	17.5	c-h	2.0	c-e	6.9	a-h	24	e	27	a	2.3	a-g
P5	/	P5	1.9	26.0	16.7	f-h	1.9	c-e	6.5	hi	27	a-e	24	b-d	1.9	b-i
P5	/	P6	0.9	12.5	16.6	gh	2.0	c-e	6.6	e-i	25	c-e	26	a-d	2.9	a-c
P5	/	P7	1.5	18.7	17.5	c-h	2.0	b-e	6.4	i	27	a-d	24	b-d	1.7	b-i
P5	/	P8	1.9	24.1	17.6	c-h	2.0	b-e	6.6	d-i	25	c-e	26	a-c	1.6	c-i
P6	/	P1	2.4	25.2	17.7	c-h	2.0	b-e	6.7	c-i	28	ab	23	cd	1.6	d-j
P6	/	P2	2.2	29.3	18.7	a-g	2.1	a-d	6.6	e-i	26	b-e	26	a-d	1.1	g-j
P6	/	P3	1.6	20.5	16.8	e-h	2.0	b-e	6.4	hi	28	a-c	24	b-d	1.9	b-i
P6	/	P4	1.1	15.3	18.7	a-g	2.0	b-e	7.1	a-e	27	a-e	25	a-d	1.8	b-i
P6	/	P5	1.5	23.3	16.9	e-h	2.0	b-e	6.7	d-i	26	b-e	26	a-d	1.0	h-j
P6	/	P6	1.0	11.8	18.0	c-h	2.0	b-e	6.6	d-i	26	b-e	23	d	2.7	a-e
P6	/	P7	2.3	27.8	18.4	a-g	2.0	b-e	6.9	a-h	26	c-e	26	a-d	1.5	d-j
P6	/	P8	2.2	30.5	18.2	a-h	2.0	c-e	7.1	a-f	25	de	27	ab	1.6	d-j
P7	/	P1	1.9	20.8	18.0	c-h	2.0	a-d	6.8	b-i	25	c-e	26	a-c	3.1	ab
P7	/	P2	1.6	22.6	18.1	c-h	2.1	ab	6.5	g-i	27	a-e	25	a-d	1.5	d-j
P7	/	P3	1.7	22.9	19.8	a-c	2.1	a-c	6.8	a-i	25	c-e	26	a-c	1.4	e-j
P7	/	P4	1.6	20.6	18.9	a-g	2.1	a-d	6.8	b-i	26	b-e	25	a-d	2.5	a-e
P7	/	P5	1.3	18.3	19.2	a-g	2.1	a-c	6.9	a-i	27	a-d	24	a-d	2.0	a-h
P7	/	P6	0.9	11.5	18.1	b-h	2.1	a-d	6.8	b-i	27	a-d	24	b-d	2.6	a-e
P7	/	P7	1.4	24.1	18.0	c-h	2.1	a-c	6.7	d-i	25	c-e	26	a-c	1.9	b-i
P7	/	P8	1.6	19.5	18.9	a-g	2.0	a-d	6.9	a-i	24	e	27	a	2.1	a-h
P8	/	P1	1.8	19.6	17.9	c-h	2.0	b-e	7.1	a-f	24	e	27	a	2.6	a-e
P8	/	P2	2.1	26.0	19.6	a-g	2.1	a-d	7.0	a-g	26	b-e	25	a-d	1.3	e-j
P8	/	P3	1.8	22.3	21.2	a	2.2	a	7.1	a-d	26	c-e	26	a-d	2.1	a-h
P8	/	P4	1.8	23.2	19.7	a-f	2.0	b-e	7.2	a-c	27	a-e	25	a-d	2.0	a-h
P8	/	P5	2.0	26.2	17.5	c-h	2.0	a-d	6.7	c-i	25	c-e	26	a-c	1.8	b-i
P8	/	P6	1.9	24.6	19.7	a-f	2.0	b-e	7.0	a-g	25	c-e	26	a-c	2.2	a-h
P8	/	P7	1.4	16.3	18.5	a-g	2.0	b-e	7.1	a-e	26	b-e	25	a-d	2.6	a-f
P8	/	P8	1.8	22.2	17.2	d-h	2.0	b-e	6.8	b-i	24	e	27	a	2.9	a-c
ค่าเฉลี่ย			1.8	22.1	18.5		2.0	6.8			25	25			1.9	
F-test ^{1/}			ns	ns		*	*	**			**	**	**		**	
C.V. (%)			26.7	25.9		6.6	3.3	3.1			4.0	4.9			11.3	

^{1/} ns * และ ** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ p = 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

^{2/} ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน ในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความน่าจะเป็นร้อยละ 5 โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 การทดสอบสมรรถนะการผสมของเจอร์กิ้น 8 สายพันธุ์ 28 ลูกผสมตรง และ 28 ลูกผสมสลับ

Source	df	ผลผลิต	ผลต่อต้าน	น้ำหนักต่อผล	ขนาดผล (ซม.)		การเก็บเกี่ยว (วัน)		ระดับโรคราน้ำค้าง
		(ตันต่อไร่)	(ผล)	(กรัม)	กว้าง	ยาว	อายุ	ช่วงเวลา	
GCA	7	0.35 ^{**1/}	33.42 ^{**}	1.52 ^{**}	0.00 [*]	0.17 ^{**}	4.05 ^{**}	4.04 ^{**}	1.09 ^{**}
SCA	28	0.12 ^{ns}	17.24 ^{ns}	1.71 ^{**}	0.00 [*]	0.05 ^{**}	1.12 ^{**}	1.72 ^{**}	0.20 ^{**}
Reciprocal	28	0.15 ^{**}	22.23 ^{**}	0.83 [*]	0.00 ^{ns}	0.04 ^{**}	1.02 ^{**}	1.13 ^{**}	0.26 ^{**}
Error	105	0.08	11.01	0.50	0.00	0.02	0.34	0.42	0.01
GCA/SCA	0.3	2.9	1.9	0.9	1.3	3.4	3.6	2.3	5.5
GCA/RCA	0.3	2.3	1.5	1.8	1.3	4.3	4.0	3.6	4.2

^{1/} ns * และ ** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ p = 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 สมรรถนะการผสมทั่วไป สมรรถนะการผสมเฉพาะ และอิทธิพลการสลับพ่อสลับแม่ในลักษณะผลผลิตต่อไร่ของเจอร์กิ้น 8 สายพันธุ์ 28 ลูกผสมตรง และ 28 ลูกผสมสลับ

สายพันธุ์	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	0.19	0.15	0.13	-0.21	0.42	0.36	0.22	-0.32
P2	0.03	0.06	0.04	0.09	0.00	0.11	0.10	-0.17
P3	0.18	0.41	0.16	0.29	-0.04	-0.08	-0.18	-0.03
P4	-0.01	-0.13	-0.38	-0.11	0.09	-0.08	-0.13	0.03
P5	0.01	0.46	0.50	-0.01	0.06	-0.45	-0.21	0.14
P6	0.19	0.41	-0.14	-0.34	0.29	-0.14	0.22	0.40
P7	-0.04	-0.11	0.13	0.25	-0.06	-0.72	-0.23	-0.06
P8	0.11	0.38	-0.16	0.09	0.04	-0.12	-0.13	0.01

สรุป

การทดสอบสมรรถนะการผสมของแตงกวาเจอร์กิน 8 สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ P1 P3 P2 P5 และ P8 มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง เหมาะสำหรับนำไปสร้างเป็นพันธุ์ผสมปล่อยต่อไป และพันธุ์ลูกผสม 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ P5 / P3 P5 / P2 P1 / P5 P6 / P2 P3 / P2 และ P6 / P8 มีสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง เหมาะสำหรับนำไปเป็นพันธุ์ลูกผสมต่อไป และพบอิทธิพลของการผสมสลับแม่และพ่อในทุกลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ ลักษณะผลผลิตต่อไร่ จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักต่อผล ยาวผล อายุเก็บเกี่ยว ช่วงเวลาเก็บเกี่ยว และระดับโรคราน้ำค้าง ยกเว้น ลักษณะกว้างผล

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และบริษัท แอโกรอน จำกัด ในการสนับสนุนงบประมาณดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

วิลาสินี กวีกิจธรรมกุล ประสาทพร สมิตะมาน และ จานุลักษณ์ ขนบดี. 2550. เทคนิคในการคัดเลือกพันธุ์ แตงกวาด้านทานต่อโรคราน้ำค้างอย่างรวดเร็ว. น. 91–97. ใน การประชุมวิชาการอารักขาพืช ครั้งที่ 8. พิษณุโลก.

Agro-on (Thailand) Co.Ltd. 2012. Gherkin products. [On-line]. Available: <http://www.agro-on.com/products.html>, August 09, 2012.

Celetti, M., E. Roddy and Pitblado. 2007. Downy Mildew in Cucurbits. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Ontario. [On-line]. Available: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/downy-mildew-a.htm>, June 28, 2011.

FAOSTAT. 2011. [On-line]. Available: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>, April 16, 2013.

Griffing, B. 1956. Concepts of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463 – 493.

USAID. 2012. THE US MARKET FOR GHERKINS. [On-line]. Available: http://www.fintrac.com/cpanelx_pu/acceso/15_06_7110_ACCESO_Market_Survey_03_Gherkins_08_12_ENG.pdf, October 1, 2012.

การทดสอบผลผลิตของพริกกะเหรี่ยง 8 พันธุ์ที่ปลูกใน 2 ระบบ Yield Trial of 8 Karen Type Chilli Varieties Grown under Two Cultivated กนกกาญจน์ รักษาศักดิ์^{1*} พรนิภา เลิศศิลป์มงคล² สาวิตร์ มีชัย² และ จานุลักษณ์ ขนบดี²

¹ นักศึกษา ² สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000

บทคัดย่อ

ศึกษาพันธุ์พริกกะเหรี่ยง จำนวน 8 พันธุ์ที่ให้ผลผลิตใน 2 ระบบการปลูก คือ การปลูกพริกแซมข้าวโพด และ พริกเชิงเดี่ยว ระยะปลูกระหว่างต้น 0.4 เมตร ระหว่างแถว 0.8 เมตร ที่อัตรา 5,000 ต้นต่อไร่ และระยะปลูกระหว่างต้น 0.4 เมตร ระหว่างแถว 0.6 เมตร ที่อัตรา 10,000 ต้นต่อไร่ ณ แปลงวิจัยสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร จังหวัดลำปาง ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554-พฤษภาคม พ.ศ.2555 บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต พบว่าระบบปลูกแซมด้วยพริกกะเหรี่ยง ที่อัตรา 5,000 ต้นต่อไร่ ให้ค่าเฉลี่ยความสูงต้นของพริกทั้ง 8 พันธุ์เท่ากับ 57.2 เซนติเมตร ขณะที่ทรงพุ่มพริกในระบบแซมที่อัตรา 10,000 ต้นต่อไร่มีค่าเฉลี่ย 59.1 เซนติเมตร ส่วนผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ของการปลูกพริกแซมที่อัตรา 5,000 ต้นต่อไร่ของพันธุ์ศรีราชูร์ 4 และศรีราชูร์ 7 ให้ผลผลิตสดสูงสุดเท่ากับ 0.37 และ 0.36 ตันต่อไร่ตามลำดับ ในระบบปลูกพริกแซมที่อัตรา 10,000 ต้นต่อไร่ ของพันธุ์ศรีราชูร์ 3 และ ศรีราชูร์ 5 ให้ผลผลิตสดเฉลี่ย 0.70 และ 0.66 ตันต่อไร่ สำหรับระบบปลูกพริกเชิงเดี่ยว ให้ผลผลิตสด สูงสุดในพันธุ์ศรีราชูร์ 8 เท่ากับ 0.34 ตันต่อไร่ นอกจากนี้ลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติ ระหว่างพันธุ์ ซึ่งระบบแซม อัตรา 10,000 ต้นต่อไร่ ให้ผลผลิตสดต่อไร่สูงสุด

Abstract

A yield trial of 8 Karen type chilli varieties in 2 cultivated systems was studied under intercropping with corn and monocropping. Row spacing and tree spacing was 0.4 m x 0.8 m. for single row. In paired row used row and tree spacing was 0.4 m. x 0.6 m. From June 2011 to May 2012 at the Agricultural Technology Research Institute, Lampang Province. Data of plant growth and yield were also collected. Results plant growth of the single-row intercropping gave average of plant height 57.2cm. Plant width of paired-row averaged 59.1 cm. Yield of the single-row of the 'Khiri rat 4' and 'Khiri rat 7' gave 0.37 and 0.36 ton per rai, respectively. Paired-row of 'Khiri rat 3' and 'Khiri rat 5' were yielded 0.70 and 0.66 ton per rai. Monocropping of 'Khiri rat 8' gave 0.34 ton per rai of fresh yield. In addition yield was significantly different statistically among varieties Paired-row was the highest fresh yield of the systems.

คำสำคัญ : พริกกะเหรี่ยง ระบบการปลูก

Keywords : Karen Type Chilli Variety, Cultivated System

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ kanokkan.raksasak@gmail.com โทร. 08 1785 4321

1. บทนำ

พริกเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ซึ่งนิยมใช้บริโภคสดหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องปรุงรส เครื่องเทศ เครื่องสำอาง และยารักษาโรค ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพริกร้อยละ 11.8 ของโลก ปริมาณการผลิตแห้ง 0.1 ล้านตัน (FAOSTAT, 2011) จากข้อมูลปริมาณและมูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์ในปี พ.ศ. 2553-2554 ของประเทศไทย มีปริมาณการส่งออกพริก 2,147 ตัน มูลค่า 153.6 ล้านบาท แต่ยังมีนำเข้าสูง ถึง 43,022 เมตริกตัน มูลค่าปริมาณ 766.2 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2554) ซึ่งไม่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ การปลูกพริกเป็นอาชีพสามารถทำรายได้ดี แต่ปริมาณ คุณภาพ และราคาของผลผลิตที่ออกมาไม่มีความสม่ำเสมอ สาเหตุและปัญหาจากการจัดการผลิตไม่เหมาะสม การเข้าทำลายของโรคแมลง ซึ่งอาจส่งผลให้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพต่ำ ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาด้านการผลิต การจัดการ และการปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อให้ผลผลิตสูงขึ้น

พริกกะเหรี่ยง จัดเป็นพริกพันธุ์พื้นเมืองมีลักษณะทั่วไปคล้ายพริกชี้หู แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ผลเล็กและผลใหญ่ ชนิดผลเล็กเมื่อผลอ่อนจะมีสีเขียวเข้ม ถ้าแก่จัดหรือสุกจะมีสีแดง ส่วนผลใหญ่เมื่อผลอ่อนจะมีสีเขียวอมเหลืองอ่อน เมื่อผลเริ่มสุกจะเปลี่ยนเป็นสีส้ม แก่จัดจะมีสีแดงเข้มและมีผิวมัน (ธำรงค์, 2552) ลักษณะเด่นมีกลิ่นหอม ฉุนเฉพาะตัวและมีความเผ็ดมาก เนื่องจากปริมาณสารแคปไซซินสูง (จานุลักษณ์, 2550) จากการศึกษาและรวบรวมพริกพื้นเมืองในพื้นที่ ของจังหวัดตาก จำนวน 192 สายพันธุ์แล้ว คัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์จำนวน 3 ชั่ว (จานุลักษณ์, 2551) ได้จำนวน 8 พันธุ์ ถูกตั้งชื่อว่า “พริกพันธุ์คีรีราษฎร์” ประกอบด้วย คีรีราษฎร์ 1, คีรีราษฎร์ 2, คีรีราษฎร์ 3, คีรีราษฎร์ 4, คีรีราษฎร์ 5, คีรีราษฎร์ 6, คีรีราษฎร์ 7 และคีรีราษฎร์ 8 ซึ่งได้รับการรับรองพันธุ์พืชให้เป็นพันธุ์พืชขึ้นทะเบียน (สำนักงานคุ้มครองพันธุ์พืช, 2555) จัดอยู่ในกลุ่ม *Capsicum frutescens* Linn. ประเภทพริกกะเหรี่ยง ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ทรงต้นเป็นแบบพุ่มลำต้นทรงกระบอก สีเขียวมีขนประปราย ใบรูปไข่และหอก ก้านดอกตั้ง อับเรณูสีน้ำตาลหรือม่วง วงกลีบดอกขาวอมเขียว ผลอ่อนสีเขียวถึงเขียวอ่อน ผลแก่มีสีแดง ขนาดผลยาว 2.0-6.0 เซนติเมตร ลักษณะเด่นมี กลิ่นหอมและมีสารเผ็ด (แคปไซซินอยด์) เล็กน้อยถึง 100,000 สโควิลล์

ดังนั้นในการวิจัยนี้ จึงได้นำพันธุ์พริกดังกล่าวมาปลูกทดสอบพันธุ์ที่ให้ผลผลิตในระบบปลูกต่างๆ เนื่องจากในปัจจุบันมีรูปแบบการจัดการใช้พื้นที่สำหรับเพาะปลูกพืชหลายวิธี เช่น ระบบการปลูก พืชเชิงเดี่ยว หรือแซมระหว่างพืชอื่นทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในทางการปรับปรุงพันธุ์ และเลือกใช้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงของระบบการปลูก

1.2 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ประเมินลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของพริกกะเหรี่ยง ภายใต้สภาพการปลูกที่แตกต่างกัน

2. วิธีการทดลอง

2.1 วัสดุอุปกรณ์

เมล็ดพริกพันธุ์คีรีราษฎร์จำนวน 8 พันธุ์ และพันธุ์การค้าจำนวน 2 พันธุ์

เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

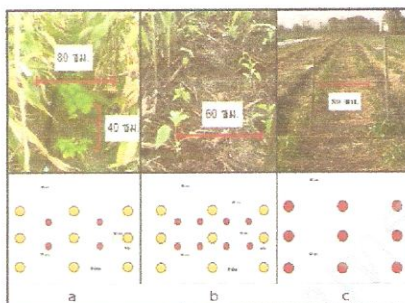
วัสดุและอุปกรณ์การเกษตรกรรม เช่น ถาดเพาะกล้า ปุ๋ยเคมี สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น

2.2 การดำเนินงาน

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 20 ต้นต่อพันธุ์ ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 ถึง เมษายน พ.ศ. 2555 แบ่งออกเป็น 2 ระบบการปลูก ได้แก่

2.2.1 การปลูกพริกแซมข้าวโพด โดยปลูกข้าวโพด ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 0.5 เมตร ระหว่างต้น 0.8 เมตร หยอดในแปลงก่อนเพาะเมล็ดพริก 7 วัน ย้ายต้นกล้าอายุ 8-10 วันหลังเพาะ เมื่อดันกล้าพริกอายุ 35 วันจึงย้ายปลูกระหว่างแถวข้าวโพด แบ่งออกเป็นที่ยอดตรา 5,000 (พริกแซมข้าวโพดแถวเดียว) ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 0.4 เมตร ระหว่างแถว 0.8 เมตร และที่ยอดตรา 10,000 ต้นต่อไร่ (พริกแซมข้าวโพดแถวคู่) ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 0.4 เมตร ระหว่างแถว 0.6 เมตร (Picture 1)

2.2.2 การปลูกพริกเชิงเดี่ยว ใช้วิธีเพาะเมล็ดพริกเช่นเดียวกับการปลูกพริกแซมข้าวโพด โดยปลูกที่ยอดตรา 5,000 ต้นต่อไร่ ใช้ระยะหว่างต้น 0.4 เมตร ระหว่างแถว 0.8 เมตร



Picture 1 The 8 Karen Type Chilli Varieties in Cultivated Systems,

- a = single-row intercropping with corn
- b = paired-row intercropping with corn
- c = monocropping)

2.3 การเก็บข้อมูล

2.3.1 ลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)

2.3.2 ลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตสดและแห้ง จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักสดและแห้งต่อต้น อัตราส่วนของน้ำหนักผลสดต่อผลแห้ง น้ำหนักผลสดและแห้ง ขนาดผล

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

หาค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต นำมาหาความแตกต่างทางสถิติโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Tests (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ลักษณะการเจริญเติบโต

พันธุ์พริกให้ลักษณะการเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดทรงพุ่มแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ทุกระบบการปลูก ในระบบการปลูกพริกแซมข้าวโพดแถวเดียว ที่อัตรา 5,000 ต้นต่อไร่ พบว่า พันธุ์ศรีราชา 4 ให้ความสูงและขนาดทรงพุ่มสูงสุด 83.3 และ 73.9 เซนติเมตร ตามลำดับ ระบบการปลูกพริกแซมข้าวโพดแถวคู่ ที่อัตรา 10,000 ต้นต่อไร่ ยังพบว่าพันธุ์ศรีราชา 4 มีความสูงและขนาดทรงพุ่มสูงสุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74.9 และ 58.3 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ระบบการปลูกเชิงเดี่ยวในพันธุ์ศรีราชา 6 และศรีราชา 8 ให้ความสูงเฉลี่ย 67.9 และ 67.4 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนขนาดทรงพุ่มของพันธุ์ศรีราชา 6, ศรีราชา 8 และศรีราชา 5 ให้ค่าเฉลี่ย 67.9, 67.4 และ 66.0 เซนติเมตร ตามลำดับ

ความสูงของทุกพันธุ์ในระบบปลูกพริกแซมข้าวโพดแบบแถวคู่มีค่าสูงสุด รองมาคือ การปลูกพริกแซมข้าวโพดแถวเดี่ยว และ เติงเดี่ยว เท่ากับ 59.6, 56.4 และ 55.7 เซนติเมตร ซึ่งการปลูกพริกแซมข้าวโพดแถวคู่ มีระยะการปลูกลดลงมีผลต่อการเพิ่มทางด้านความสูง ซึ่งสอดคล้องกับ Islam *et al.* (2011) ที่กล่าวว่าเมื่อลดระยะปลูกลงทำให้ความสูงต้นพริก น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ และความกว้างผลเพิ่มขึ้น ในขณะที่ทรงพุ่มพริกของระบบการปลูกพริกแซมข้าวโพดแถวเดี่ยวค่าเฉลี่ยสูงสุด รองมาคือ พริกเชิงเดี่ยว และการปลูกพริกแซมข้าวโพดแถวคู่ เท่ากับ 56.1, 55.7 และ 51.2 เซนติเมตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการปลูกให้มีจำนวนต้นเพิ่มขึ้นต่อพื้นที่ส่งผลให้ความสูงเพิ่มขึ้น แต่ทรงพุ่ม มีขนาดลดลง นอกจากนี้พันธุ์คีรีราษฎร์ 4 ปรับตัวให้ค่าเฉลี่ยความสูงและทรงพุ่มในระบบการปลูกพริกแซมข้าวโพดแถวคู่และเตียวมากกว่าพันธุ์การค้า แต่พันธุ์คีรีราษฎร์ 8 และ คีรีราษฎร์ 6 ปรับตัวให้ค่าเฉลี่ยความสูงได้ดีกับระบบการปลูกเชิงเดี่ยว (Table 1)

3.2 ผลผลิต

พันธุ์พริกในระบบการปลูกพริกแซมข้าวโพดแบบแถวเดี่ยว แถวคู่ และเชิงเดี่ยว ให้ผลผลิตสดเท่ากับ 0.28, 0.50 และ 0.23 ตันต่อไร่ ตามลำดับ โดยพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีและให้ผลผลิตสูงจากระบบแซมข้าวโพดระบบแถวเดี่ยว คือ พันธุ์คีรีราษฎร์ 4 และคีรีราษฎร์ 7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.37 และ 0.36 ตันต่อไร่ ตามลำดับซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนระบบการปลูกพริกแซมข้าวโพดแถวคู่ ของพันธุ์คีรีราษฎร์ 3 ให้ผลผลิตสดสูงสุด รองลงมาคือพันธุ์คีรีราษฎร์ 5 เท่ากับ 0.70 และ 0.66 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ในระบบการปลูกพริกเชิงเดี่ยว พบว่าทุกพันธุ์ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

3.3 องค์ประกอบผลผลิต

จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักสดและแห้งต่อผลของพันธุ์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้น น้ำหนักผลสดต่อต้น น้ำหนักผลแห้งต่อต้น และอัตราส่วนของน้ำหนักผลสดต่อแห้ง ค่าเฉลี่ยของจำนวนผลต่อต้น น้ำหนักสดต่อต้น น้ำหนักแห้งต่อต้น อัตราส่วนน้ำหนักสดต่อแห้ง น้ำหนักผลต่อผล และน้ำหนักแห้งต่อผลจากทุกพันธุ์ในระบบการปลูกพริกแซมข้าวโพดแถวเดี่ยว เท่ากับ 87.7, 64.7, 22.8, 3.0, 0.79, และ 0.25 กรัม ตามลำดับ ส่วนระบบการปลูกพริกแซมข้าวโพดแถวคู่ มีค่า 149.2, 106.7, 42.7, 2.5, 0.73 และ 0.25 กรัม และระบบการปลูกพริกเชิงเดี่ยว เท่ากับ 88.7, 55.3, 14.6, 3.8, 0.61 และ 0.17 กรัม ตามลำดับ (Table 2)

4. สรุป

การทดสอบผลผลิตของพริกกะเหรี่ยงพันธุ์คีรีราษฎร์ 4 คีรีราษฎร์ 7 ให้ผลผลิตสูงในระบบการปลูกพริกแซมข้าวโพดที่อัตรา 5,000 ต้นต่อไร่ ส่วนระบบการปลูกพริกแซมข้าวโพดที่อัตรา 10,000 ต้นต่อไร่ คือ พันธุ์คีรีราษฎร์ 3 และคีรีราษฎร์ 5 และระบบการปลูกพริกเชิงเดี่ยว คือ พันธุ์คีรีราษฎร์ 8 ให้ผลผลิตสูงสุด

Table 1 Plant growth of 8 Karen type chilli varieties in intercropping with corn and monocrop systems from June 2011 to May 2012

Cultivated Systems Varieties	Plant height (cm.)				Plant width (cm.)			
	Intercrop with corn		Monocrop		Intercrop with corn		Monocrop	
	Single-row ^{1/}	Paired-row ^{2/}			Single-row	Paired-row		
Kiriraj 1	39.8 h ^{3/}	52.2 e	54.3 c		42.5 h	43.1 d	54.3 b	
Kiriraj 2	50.1 e	53.3 e	58.9 bc		52.1 ef	49.2 c	58.9 b	
Kiriraj 3	62.4 c	64.8 c	40.7 d		68.1 b	57.7 a	40.7 d	
Kiriraj 4	83.3 a	74.9 a	40.5 d		73.9 a	58.3 a	40.5 d	
Kiriraj 5	47.4 f	60.5 d	66.0 ab		49.5 fg	55.9 ab	66.0 a	
Kiriraj 6	44.8 g	60.7 d	67.9 a		49.4 fg	57.3 a	67.9 a	

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

Kiriraj 7	50.5	e	47.4	f	58.9	bc	64.0	c	38.2	e	58.9	b
Kiriraj 8	58.4	d	59.1	d	67.4	a	58.1	d	53.8	b	67.4	a
Commercial 1	60.5	cd	54.4	e	45.5	d	54.4	e	45.4	d	45.5	c
Commercial 2	66.9	b	69.1	b	56.9	c	48.9	g	53.7	b	56.9	b
All average	56.4		59.6		55.7		56.1		51.2		55.7	
F-test ^{4/}	**		**		**		**		**		**	
C.V. (%)	6.6		5.9		20.9		8.1		7.9		12.8	

Single-row^{1/} = ratio 5,000 plant per rai with corn (spacing between plant 40 cm. and row 80 cm.)

Paired-row^{2/} = ratio 10,000 plant per rai with corn (spacing between plant 40 cm. and row 60 cm.)

^{3/} ** = non significant and significant at 5 and 1 % level.

^{4/} The same letters in the column mean did not significant at the level 5 % by DMRT.

Table 2 Yield and yield component of 8 Karen type chilli varieties in intercropping with corn and monocropping systems from June 2011 to May 2012

Varieties	Yield /rai (ton)										Yield /plant (g.)									
	Fresh					Dry					Number (fruit)					Fresh weight (g.)				
	Intercrop with corn		Mono crop	Intercrop with corn		Mono crop	Intercrop with corn		Mono crop	Intercrop with corn		Mono crop	Intercrop with corn		Mono crop					
	Single-row ^{1/}	Paired-row ^{2/}		Single-row	Paired-row		Single-row	Paired-row		Single-row	Paired-row									
Kiriraj 1	0.18	cd	0.37	c	0.16	0.07	0.16	d	0.05	72.9	c	145.7	bc	68.3	bc	35.3	c	75.0	c	31.9
Kiriraj 2	0.18	cd	0.38	c	0.12	0.07	0.17	cd	0.03	67.7	c	148.6	bc	48.4	c	35.5	c	75.5	c	23.4
Kiriraj 3	0.31	a-d	0.70	a	0.24	0.12	0.30	a	0.07	149.3	a	320.9	a	138.4	a	62.0	a-c	139.8	a	48.6
Kiriraj 4	0.37	a	0.42	c	0.28	0.10	0.16	d	0.07	103.5	a-c	116.4	c	89.4	a-c	74.2	a	84.1	c	56.5
Kiriraj 5	0.17	d	0.66	ab	0.11	0.06	0.27	ab	0.03	58.8	c	166.2	b	48.4	c	33.2	c	132.0	ab	21.5
Kiriraj 6	0.19	b-c	0.51	a-c	0.25	0.07	0.21	b-d	0.07	72.0	c	178.0	bc	95.3	a-c	38.5	bc	102.5	a-c	50.5
Kiriraj 7	0.36	a	0.48	bc	0.29	0.12	0.18	cd	0.06	127.3	ab	140.7	bc	107.3	a-c	72.9	a	96.5	bc	57.7
Kiriraj 8	0.35	ab	0.41	c	0.34	0.12	0.17	cd	0.10	96.3	bc	146.2	bc	117.0	ab	69.2	ab	82.3	c	68.6
Check 1	0.34	a-c	0.41	c	0.28	0.12	0.19	cd	0.08	105.3	a-c	129.7	bc	114.5	ab	67.7	ab	81.1	c	55.6
Check 2	0.31	a-d	0.66	ab	0.27	0.11	0.24	a-c	0.07	70.1	c	168.7	bc	62.8	bc	61.7	a-c	132.3	ab	55.0
All average	0.28		0.50		0.23	0.10	0.21		0.06	92.3		168.1		89.0		55.0		100.1		46.9
F test ^{3/}	*		**		ns		ns		ns	**		**		*		*		**		ns
C.V. (%)	35.9		25.4		46.0		36.6		24.1	47.7		35.7		23.4		40.9		35.9		45.8

Table 2 (Continue)

Varieties	Yield/plant										Fruit weight											
	Dry weight/plant (g.)					Fresh/dry weight ratio					Fresh weight (g.)					Dry weight (g.)						
	Intercrop with corn			mono crop	Intercrop with corn			mono crop	Intercrop with corn			mono crop	Intercrop with corn			mono crop						
	Single-row	Paired-row	c		Single-row	Paired-row	c		Single-row	Paired-row	c		Single-row	Paired-row	c							
Kiriraj 1	14.8	33.0	c	9.2	bc	2.5	2.2	de	3.9	0.45	d	0.50	c	0.43	c-e	0.18	f	0.23	cd	0.12	g	
Kiriraj 2	14.2	34.7	c	5.8	c	2.9	2.4	c-e	3.8	0.63	bc	0.76	ab	0.44	c-e	0.19	d	0.23	b-d	0.12	h	
Kiriraj 3	24.3	60.6	a	14.8	a-c	2.6	2.2	e	3.4	0.47	d	0.81	a	0.34	e	0.15	g	0.21	d	0.10	j	
Kiriraj 4	20.3	32.8	c	14.3	a-c	3.0	2.8	a	3.8	0.72	b	0.72	ab	0.56	b	0.21	c	0.29	a	0.15	b	
Kiriraj 5	12.8	54.8	ab	5.9	c	2.8	2.5	b-d	3.7	0.64	bc	0.77	ab	0.41	de	0.19	e	0.29	a	0.11	i	
Kiriraj 6	14.5	42.2	bc	13.4	a-c	2.7	2.2	e	3.7	0.59	c	0.71	ab	0.48	b-d	0.18	f	0.28	ab	0.13	e	
Kiriraj 7	24.5	35.9	c	16.1	ab	2.9	2.6	a-c	3.6	0.62	bc	0.78	ab	0.48	b-d	0.19	e	0.24	b-d	0.14	d	
Kiriraj 8	23.3	34.5	c	19.4	a	3.0	2.6	ab	3.6	0.70	b	0.77	ab	0.53	bc	0.22	b	0.28	a-c	0.15	c	
Check 1	23.6	37.0	c	15.8	ab	3.1	2.3	de	3.6	0.69	bc	0.69	b	0.40	c-e	0.21	c	0.25	a-d	0.12	f	
Check 2	22.0	48.3	a-c	13.4	a-c	3.0	2.6	ab	4.0	0.89	a	0.77	ab	0.82	a	0.30	a	0.30	a	0.21	a	
All average	19.4	41.4		12.8		2.8	2.4		3.7	0.64		0.73		0.49		0.20		0.26		0.13		
F-test ^{1/}	ns	**		*		ns	**		ns	**		**		**		**	*	*	**		**	
C.V. (%)	36.1		23.6		46.2		9.4		6.7	8.5		9.7		9.7		13.3		10.0		14.8		13.4

Single-row^{1/} = ratio 5,000 plant per rai with corn (spacing between plant 40 cm. and row 80 cm.)

Paired-row^{2/} = ratio 10,000 plant per rai with corn (spacing between plant 40 cm. and row 60 cm.)

^{3/} ns, * and ** = non significant and significant at 5 and 1 % level.

^{4/} The same letters in the column mean did not significant at the level 5 % by DMR

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้สนับสนุนงบประมาณการวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

กรมศุลกากร. 2554. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2554. 119 น. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:

<http://www.oae.go.th>, 12 สิงหาคม 2555

จามจุญณ์ ขนบดี. 2550. พันธุ์พริกการค้าพื้นเมืองของเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ เรื่อง ศักยภาพการผลิตพริกเพื่ออุตสาหกรรมส่งออกของไทยในปัจจุบัน และอนาคต. 13-16 น.

_____. 2551. การรวบรวมและศึกษาพันธุ์พริกพื้นเมือง จ.ตาก. ว. วิทย. กษ. 39(3) (พิเศษ): 254-256

จามจุญณ์ ขนบดี. 2552. พริก. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เกษตรสยามบุ๊คส์.

สำนักงานคุ้มครองพันธุ์พืช. 2555. พระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช. เรื่องการออกหนังสือรับรองพันธุ์พืช ขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 (พริก 8 พันธุ์). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:

<http://m.doa.go.th>, 31 มีนาคม 2556

FAOSTAT. 2011. Major Food and Agricultural Commodities and Producers. [On-line]. Available:

<http://faostat.fao.org>, 24 March 2013

Islam, M., Saha, S., Akand, H.M.D. and Rahim, A.M.D., 2011. Effect of spacing on the growth and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) JCEA. 12 (2): 328-335.

ที่ ศธ ๐๕๘๑.๑๑/2003



สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
สีเสนาแเวร์ เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

๒๐ พฤศจิกายน ๒๕๕๖

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์บทความ ในงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๕ และ
การประชุมวิชาการนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๔ เพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ
และวิจัย มทร.พระนคร (ฉบับพิเศษ)

เรียน นางสาวกนกกาญจน์ รักษาศักดิ์

ตามที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ทั้ง ๘ แห่ง จัดการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๕ และการประชุมวิชาการนานาชาติ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๔ ในหัวข้อเรื่อง “การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน”
(Technology & Innovation Development for Sustainability) ระหว่างวันที่ ๑๕-๑๖ กรกฎาคม ๒๕๕๖
ณ ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ โรงแรมเซ็นทารา แกรนด์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพมหานคร นั้น

ในการนี้ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ขอแจ้งให้ทราบว่า
บทความเรื่อง ทดสอบผลผลิตพริกกะเหรี่ยง ๘ พันธุ์ ใน ๒ ระบบการปลูก ดังกล่าวได้ผ่านการประเมิน
จากกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว และได้รับการตีพิมพ์ลงในวารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร
(ฉบับพิเศษ) ซึ่งทางกองบรรณาธิการจะจัดส่งวารสารฉบับดังกล่าวไปในลำดับต่อไป อนึ่งบทความดังกล่าวถือเป็น
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรินทร์พร ฤกษ์สิทธิ์)
รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร

โทรศัพท์ : ๐ ๒๒๘๒ ๙๐๐๙-๑๕ ต่อ ๖๐๙๔, ๖๐๙๗

โทรสาร : ๐ ๒๒๘๒ ๐๔๒๓

ผลของสายพันธุ์มะเขือเทศและวิธีการสกัดไลโคปีนต่อสมบัติทางเคมี และกายภาพของมะเขือเทศผง

กานดาวดี โนชัย¹ และ จิรภา พงษ์จันตา^{2*}

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เลขที่ 202 หมู่ 17 ต.พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาสมบัติของมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมือง 5 สายพันธุ์ (พื้นเมืองเบอร์ 1 พื้นเมืองเบอร์ 2 เพชรชมพู สีดา และ อีเป้อ) และผลของวิธีการสกัดไลโคปีนที่มีต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของมะเขือเทศผง เมื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีพบว่ามะเขือเทศแต่ละพันธุ์ มีปริมาณความชื้น คาร์โบไฮเดรต ไลโคปีน และค่าสี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใย และ เถ้า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมะเขือเทศพันธุ์อีเป้อมีปริมาณไลโคปีนสูงสุด (67.61 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักมาตรฐานแห้ง) จึงคัดเลือกไปผลิตมะเขือเทศผงที่มีไลโคปีนสูง โดยนำมะเขือเทศไปลวกที่ 95 องศาเซลเซียส หรือ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 หรือ 10 นาที แยกเนื้อมะเขือเทศด้วยเครื่องบดแบบแรงอัด หรือแบบเกลียวหมุน ระดับเอนไซม์เพคตินเนสและเซลลูเลสที่ใช้ในการสกัดไลโคปีนเป็น 0.1, 0.2 หรือ 0.3% v/w ระยะเวลาการย่อยมะเขือเทศเป็น 1, 2 และ 3 ชั่วโมง และทดสอบระดับมอลโตเดกซ์ทรินที่เหมาะสมสำหรับการผลิตมะเขือเทศผงแบบแช่เยือกแข็งที่ 0, 5, 10, 15 หรือ 20% w/w ผลการศึกษาพบว่าวิธีการแยกเนื้อมะเขือเทศ วิธีการสกัดไลโคปีนด้วยเอนไซม์ และระดับมอลโตเดกซ์ทริน มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ต่อปริมาณไลโคปีนในมะเขือเทศผงที่ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และการเติมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ได้มะเขือเทศผงที่มีคุณภาพดี โดยมีปริมาณไลโคปีนเท่ากับ 65.86 มิลลิกรัมต่อกรัม ตัวอย่างมาตรฐานแห้ง

คำสำคัญ : เอนไซม์เพคตินเนส / เซลลูเลส มอลโตเดกซ์ทริน / การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

* Corresponding author. E-mail: pongjanta@rmutl.ac.th

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

Effects of Tomato Variety and Lycopene Extraction Methods on Physicochemical Properties of Tomato Powder

Kandawadee Nochai¹ and Jirapa Pongjanta^{2*}

Rajamangala University of Technology Lanna, 202 Moo 17 Phichai Muang Lampang 52000, Thailand

Abstract

This experimental investigation describes properties of five local tomato fruit varieties (No. 1, No. 2, Phetsompoo, Srida and Eepuea) and the effects of lycopene extraction methods on the physicochemical properties of tomato powder. Physicochemical compositions showed significant differences ($p < 0.05$) for moisture content, carbohydrate, lycopene content and color value in relation to the each tomato variety. The tomatoes (Eepuea variety) had the highest lycopene content (67.61 mg/100g dry basic), thus it was used to produce tomato powder with high lycopene content. The tomatoes were blanched at 95 and 121°C for 5 and 10 min and then separated either by a hydraulic press or a screw press to produce tomato pulp. The tomato pulps were analyzed for extraction yield, color value, TSS, and lycopene content. The effects of concentration (0.1, 0.2 and 0.3%) and hydrolysis time (1, 2 and 3 h) of pectinase and cellulase enzymes on tomato puree properties were studied. In addition, the optimum levels of added maltodextrin (0, 5, 10, 15 and 20 % w/w) on the quality of freeze dried tomato powder were investigated. Results of tomato powder production showed that tissue separation, enzymatically treated and freeze dried treatments exhibited significant ($p < 0.05$) effect on lycopene content of tomato powder. The results indicated that the addition of 5% (w/w) maltodextrin produced good quality tomato powder. The lycopene content of the tomato powder was 65.86 mg/100 g dry sample.

Keywords : Cellulase / Freeze dried / Maltodextrin / Pectinase

* Corresponding author. E-mail: pongjanta@rmutl.ac.th

¹ Master's student, Faculty of Agricultural Science and Technology.

² Assistant Professor, Department of Food Science, Agricultural Technology Research Institute.

1. บทนำ

ผลมะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) มีสารแคโรทีนอยด์อยู่มากซึ่งเป็นรงควัตถุสีส้มแดง 2 ชนิด คือ บีตา-แคโรทีน (Beta-carotene) และไลโคปีน (Lycopene) ที่มีสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในน้ำมัน และตัวทำละลายอินทรีย์ ไลโคปีนในผลมะเขือเทศพบมากกว่าร้อยละ 85 ของรงควัตถุทั้งหมด [1] ไลโคปีนเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีวงแหวนอยู่ในโมเลกุล จัดอยู่ในกลุ่มย่อยของแคโรทีนอยด์ที่มีโครงสร้างหลักประกอบด้วยไอโซพรีนซึ่งเป็นไดอีน (diene) $[CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2]$ มาเรียงต่อกัน 8 หน่วย มีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุล 40 อะตอม มีสูตรเป็น $C_{40}H_{56}$ ไลโคปีนมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพและป้องกันการก่อตัวของเซลล์มะเร็งในต่อมลูกหมาก ปอด และกระเพาะอาหาร [2] มีรายงานพบว่า มะเขือเทศเชอร์รี่พันธุ์ 818 cherry มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในรูปของไลโคปีน แอสคอบิกและฟีนอลสูง [3] และพบสารไลโคปีน บีตาแคโรทีนลูทีนฟีนอลทั้งหมด กรดแอสคอบิก (AsA) กรด dehydroascorbic (DHA) และวิตามินซีทั้งหมด (AsA+DHA) ในมะเขือเทศ 6 สายพันธุ์ [1] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการให้อาหารเสริมไลโคปีนเป็นแคปซูล 15 มิลลิกรัม/วัน ในเพศชาย เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ามีผลให้ปริมาณไลโคปีนในน้ำเหลืองเพิ่มสูงขึ้น และทำให้ลดภาวะที่มี อนุมูลอิสระมาก (oxidative stress) ป้องกันการทำลายดีเอ็นเอ โปรตีน ไขมันและโมเลกุลเล็กอื่นๆ ได้ [4]

ไลโคปีนในมะเขือเทศทั้งผลส่วนใหญ่พบในระดับร้อยละ 48 [5] แต่การสกัด ไลโคปีนทำได้ยากเนื่องจากมะเขือเทศมีผนังเซลล์ที่แข็ง เนื่องจากเป็นองค์ประกอบของเซลล์ลอสและเพคติน โดยเพคตินเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์จับกับเซลล์ลอส เฮมิเซลล์ลอส และไกลโคโปรตีน ของผนังเซลล์พืช โดยภายในบรรจุโครโมพลาสต์ที่มีรงควัตถุที่ประกอบด้วยไลโคปีนและแคโรทีน [6] ได้มีการศึกษาการสกัดไลโคปีนจากผลมะเขือเทศ พบว่าชนิดของเอนไซม์และเวลาในการย่อย มีผลต่อปริมาณไลโคปีนที่สกัดได้ [7] และมีรายงานผลการสกัดไลโคปีน จากผงกากมะเขือเทศโดยการย่อยด้วยเอนไซม์เพคตินเนสนาน 50 นาที ร่วมกับการสกัดด้วยเอทิลอะซิเตตพบว่าได้ ปริมาณไลโคปีนสูงถึง 80.21 มิลลิกรัม/100 กรัม ตัวอย่าง [8, 9]

Rustia [10] รายงานการศึกษาการผลิตมะเขือเทศผงจากเนื้อมะเขือเทศสุก และทำแห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่า คุณภาพของมะเขือเทศผงขึ้นอยู่กับปริมาณสารเพิ่มปริมาณ โดยพบว่าการเติมมอลโตเด็คทรีนที่มากกว่าร้อยละ 40 ของเนื้อมะเขือเทศ มีผลให้สมบัติการดูดน้ำกลับคืนลดลง ส่วนการใช้น้ำตาลซูโครส พบว่าช่วยปรับปรุงคุณภาพในด้านการกระจายตัว และการละลายได้ แต่ดูดความชื้นเร็วเมื่อเติมน้ำตาลซูโครสมากกว่าร้อยละ 20

มะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองมีผลขนาดเล็ก แต่มีสีแดงทั้งผล ให้ผลผลิตต่อไร่สูง (3,463 กิโลกรัม) มะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองยังไม่ได้มีการใช้ในระดับอุตสาหกรรมมากนัก ในช่วงฤดูกาล จึงมีราคาต่ำ ผลผลิตล้นตลาด [11] มะเขือเทศนี้จึงจะนำไปสกัดไลโคปีน เพื่อเพิ่มโอกาสการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของสายพันธุ์มะเขือเทศพื้นเมือง และกรรมวิธีการผลิตมะเขือเทศผงที่มีไลโคปีนเป็นองค์ประกอบ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์มะเขือเทศพื้นเมือง ในเชิงอุตสาหกรรม อันจะส่งผลต่อการเพิ่มมูลค่ามะเขือเทศพื้นเมืองต่อไป

2. วิธีการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย เช่น มอลโตเด็คทรีน (DE 11-15) จากบริษัท Thai Foods Product International Co., Ltd., ประเทศไทย สารเคมีใช้เกรดวิเคราะห์จากบริษัท Merck, ประเทศเยอรมันนี เอนไซม์เพคตินเนส (Pectinase Ultra-SPL), และเอนไซม์เซลลูเลส (Cellulase enzyme, Celluloclast, 700 EGU/g) เกรดอาหารจากบริษัท Novozymes ประเทศเดนมาร์ก

2.1 ศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของมะเขือเทศพื้นเมือง

มะเขือเทศพื้นเมือง 5 สายพันธุ์ คือ พื้นเมืองเบอร์ 1 พื้นเมืองเบอร์ 2 เพชรชมพู สีดาส้มดำ และอีเป้อ จากแปลงทดลอง สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว คือ เดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2555 หลังการเก็บเกี่ยว นำไปล้างทำความสะอาด หั่นครึ่งผล บั่นให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องผสมความเร็วสูง (ยี่ห้อ KYUSEN รุ่น HW - CH1, Thailand) นาน 10 นาที

นำไปวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย ทั้งหมด คาร์โบไฮเดรต ตามวิธีการใน AOAC [12] ตรวจสอบค่าสีด้วยระบบ CIE (L^* , a^* และ b^*) โดยใช้เครื่อง Minolta Chromameter รุ่น CT300, ประเทศญี่ปุ่น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด Hand refractometer (ATAGO, ประเทศญี่ปุ่น) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัดรุ่น C831 T (Consort, ประเทศเบลเยียม) และ ปริมาณไลโคปินโดยวิธีสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ [13] โดยการสกัดไลโคปินด้วย สารละลายที่มีส่วนผสมของสารละลายอะซิโตนที่มี BHT 0.05% (w/v) : เอทานอล : เฮกเซน (5:5:10) ทำการแยกส่วนด้านบนที่เป็นสารสีแดง ไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 503 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ PG Instrument Limited รุ่น T80, China โดยใช้เฮกเซนเป็นแบลนด์ (blank) คำนวณปริมาณไลโคปิน (มิลลิกรัม/100 กรัม) = $A_{503} \times 31.2 / \text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}$ โดย 31.2 คือค่าสัมประสิทธิ์เอกซ์ทิงชันของโมเลกุลไลโคปินในเฮกเซน ($17.2 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{cm}^{-1}$) ที่มวลโมเลกุล (536.9 กรัม) และการเปลี่ยนหน่วยเป็นมาตรฐานแห้ง

นำข้อมูลผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของมะเขือเทศพื้นเมือง มาวิเคราะห์ผลทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์โดยวิธี Duncan New Multiple Range Test เพื่อคัดสายพันธุ์ที่มีไลโคปินสูงไปศึกษาต่อไป

2.2 ศึกษากรรมวิธีการเตรียมเนื้อมะเขือเทศที่เหมาะสมสำหรับการสกัดไลโคปิน

นำมะเขือเทศที่มีปริมาณไลโคปินสูงสุดที่คัดเลือกได้จากการทดลองที่ 2.1 ไปล้างให้สะอาด นำไปลวกที่อุณหภูมิที่ต่างกัน 2 อุณหภูมิคือ 95 และ 121 องศาเซลเซียส ลวกนาน 5 และ 10 นาที แล้วบีบคั้นด้วยเครื่องมือ 2 ชนิดคือ เครื่องบีบแบบแรงอัด (hydraulic press) และแบบเกลียวอัด (screw press) ได้ส่วนของเนื้อมะเขือเทศไปตรวจสอบปริมาณผลผลิตที่ได้ทั้งหมด ค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณไลโคปินตามรายละเอียดในวิธีการ ข้อ 2.1

นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติตามแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 3 ปัจจัยๆ ละ 2 ระดับ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ($2 \times 2 \times 2$) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan New Multiple Range Test เพื่อคัดเลือกวิธีการที่ได้ผลผลิตที่มีปริมาณไลโคปินสูงที่สุดไปศึกษาในตอนต่อไป

2.3 ศึกษาระดับของเอนไซม์และเวลาที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปินจากเนื้อมะเขือเทศ

นำเนื้อมะเขือเทศที่แยกได้ไปย่อยด้วยเอนไซม์ เพคตินเนสและเซลลูเลสที่ระดับแตกต่างกันคือความเข้มข้นร้อยละ 0.1 0.2 หรือ 0.3 นาน 1 2 หรือ 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส หลังจากครบเวลาที่กำหนด หยุดการทำงานของเอนไซม์ด้วยการต้มในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ทำให้เย็นทันที ตรวจสอบปริมาณผลผลิตที่ได้ทั้งหมด ค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณไลโคปินตามวิธีการ ในข้อ 2.1 วิเคราะห์ทางสถิติตามแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2 ปัจจัยๆ ละ 3 ระดับ (3×3) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan New Multiple Range Test เพื่อคัดเลือกวิธีการแยก สกัดส่วนประกอบที่ให้ปริมาณไลโคปินสูงที่สุดไปศึกษาต่อไป

2.4 ศึกษาปริมาณการใช้มอลโตเดกซ์ตรินที่เหมาะสมในการผลิตมะเขือเทศผง

ใช้เนื้อมะเขือเทศที่สกัดมาจากข้อ 2.3 ไปศึกษาการใช้มอลโตเดกซ์ตริน (maltodextrin) ผสมลงไป 2 ระดับ คือ ร้อยละ 0 5 10 15 และ 20 ของน้ำหนักของมะเขือเทศที่สกัดได้ เปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม แล้วนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze dryer) รุ่น FD-1, (Japan) โดยใช้อุณหภูมิในการแช่เยือกแข็งที่ -35 องศาเซลเซียส และที่ความดันสุญญากาศต่ำกว่า 132 Pa และความดันระดับสุญญากาศสูง เท่ากับ 132 mPa นาน 8 ชั่วโมง หลังอบแห้งบดเป็นผง นำมะเขือเทศผงที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นรวมตามกรรมวิธีใน Jinapong et al. [14] ความสามารถในการกระจายตัวของผง [13] ค่าการพองตัว และค่าความสามารถในการละลาย [15]

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของมะเขือเทศพื้นเมือง

สมบัติทางเคมีและกายภาพของผลมะเขือเทศพื้นเมือง 5 สายพันธุ์แสดงในตารางที่ 1 และ 2 พบว่าปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใยทั้งหมด และ เถ้า มีปริมาณใกล้เคียงกันโดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) พบในช่วงร้อยละ 1.22–1.84 0.02–0.16 1.53–1.92 และ 0.44–0.55 ตามลำดับ ส่วนปริมาณความชื้นและปริมาณคาร์โบไฮเดรต พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) พบในช่วงร้อยละ 92.80–94.16 และ 2.01–3.34 ตามลำดับซึ่งค่าทางเคมีของผลมะเขือเทศที่ศึกษาพบว่ามีความใกล้เคียงกับในรายงาน [16] ที่พบปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยทั้งหมด เถ้า คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 93.20 1.10 0.30 1.20 0.70 และ 3.50 ตามลำดับ

ส่วนด้านค่าสีของผลมะเขือเทศสุก พบว่าอยู่ในกลุ่มสีแดงส้ม พบมีค่าความสว่างสี (L^*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) พบในช่วง 31.47–34.16 (ตารางที่ 2) โดยผลมะเขือเทศพันธุ์อู่เปือมีค่าสูงสุดส่วนค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่างสายพันธุ์ พบในช่วง 16.67–20.74 และ 24.35–26.32 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานที่ผ่านมา [17, 18] ที่พบในช่วง 20.29–28.20 และ

21.20–27.90 ตามลำดับซึ่งค่าความเป็นสีแดงของผลมะเขือเทศสุกนั้นมีรายงานว่าขึ้นอยู่กับปริมาณไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนที่มีความแปรผันไปตามสายพันธุ์และสภาพแวดล้อมในการปลูก [18] ในด้านปริมาณไลโคปีนในผลมะเขือเทศพื้นเมืองทั้ง 5 สายพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) มีในช่วง 42.39–67.61 มิลลิกรัม/100 กรัม มาตรฐานแห่ง โดยผลมะเขือเทศพันธุ์อู่เปือ มีปริมาณไลโคปีนมากที่สุดรองลงมาคือ พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 2 ส่วนมะเขือเทศพันธุ์สีดา มีปริมาณต่ำสุด อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณไลโคปีน ในการศึกษานี้มีค่าสูงกว่ารายงานที่ผ่านมา [19] ที่รายงานว่าผลมะเขือเทศสด มีปริมาณไลโคปีนในช่วง 21.03 – 47.44 มิลลิกรัม/100 กรัม มาตรฐานแห่ง

ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมี กายภาพของเนื้อมะเขือเทศสุก 5 สายพันธุ์ (ตาราง 3) พบว่าค่าความเป็นสีแดง (a^*) มีความสัมพันธ์ในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ ($p\leq 0.05$) กับปริมาณไลโคปีน โดยมะเขือเทศที่มีค่าความเป็นสีแดงสูง มีแนวโน้มของค่าปริมาณไลโคปีนสูงขึ้นตามลำดับ ดังตัวอย่างมะเขือเทศพันธุ์อู่เปือ มีปริมาณไลโคปีนสูงส่งผลให้ค่าความเป็นสีแดงสูงตาม ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงคัดเลือกมะเขือเทศพันธุ์อู่เปือที่มีปริมาณไลโคปีนสูงสุกไปใช้ในการศึกษากรรมวิธีการเตรียมเนื้อมะเขือเทศต่อไป

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีในเนื้อมะเขือเทศพื้นเมือง 5 สายพันธุ์

สายพันธุ์	ส่วนประกอบทางเคมี (%) (น้ำหนักฐานเปียก)					
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เส้นใย	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
		ns	ns	ns	ns	
พื้นเมืองเบอร์ 1	93.54±0.4 ^{ab}	1.46±0.2	0.05±0.0	1.76±0.1	0.55±0.0	2.63±0.2 ^{ab}
พื้นเมืองเบอร์ 2	92.80±0.3 ^c	1.42±0.2	0.02±0.0	1.92±0.1	0.47±0.0	3.37±0.1 ^a
เพชรชมพู	94.16±0.3 ^a	1.84±0.2	0.02±0.01	1.53±0.1	0.44±0.0	2.01±0.1 ^c
สีดาส้มดำ	93.73±0.2 ^a	1.52±0.1	0.16±0.0	1.91±0.2	0.39±0.0	2.43±0.0 ^b
อู่เปือ	93.34±0.1 ^b	1.22±0.3	0.05±0.0	1.65±0.1	0.43±0.0	3.34±0.1 ^a

^{a, b, c} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

^{a, b, c} อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณไลโคปีนใน มะเขือเทศ พันธุ์ 5 สายพันธุ์

สายพันธุ์ มะเขือเทศ	ค่าสี			pH	TSS (°Brix)	Lycopene (mg/100g dry basic)
	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *			
พันธุ์เมืองเบอร์ 1	32.33±1.1 ^{ab}	19.74±3.8 ^{bc}	26.16±1.3 ^{ns}	4.02 ^{ns}	4.65 ^{ns}	55.02±5.29 ^b
พันธุ์เมืองเบอร์ 2	31.47±1.3 ^b	20.74±1.4 ^b	24.53±1.2	4.22	4.65	56.12±8.32 ^b
เพชรชมพู	34.16±1.5 ^a	16.67±4.1 ^d	24.35±0.9	4.03	4.55	46.56±6.31 ^e
สีดาส้มดำ	33.41±1.2 ^{ab}	19.81±4.6 ^{bc}	24.72±1.7	4.07	4.65	42.39±3.80 ^d
อีแปะ	34.00±1.4 ^a	23.84±3.6 ^b	26.32±2.7	3.94	4.90	67.61±5.90 ^a

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

^{a, b, ...} อักษรที่ต่างกันแถวนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตารางที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพและทางเคมีในมะเขือเทศพันธุ์พันธุ์เมือง จำนวน 5 สายพันธุ์

	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	pH	TSS	Lycopene
<i>L</i> *	-	-0.631**	0.332*	-0.426*	0.131*	-0.176*
<i>a</i> *		-	-0.223*	0.132*	0.103*	0.559**
<i>b</i> *			-	-0.303*	0.068*	-0.005*
pH				-	-0.447*	-0.197*
TSS					-	0.178*
Lycopene						-

* ค่าสหสัมพันธ์ที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (2-tailed) N= 20

** ค่าสหสัมพันธ์ที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 2-tailed N= 20

3.2 ผลของกรรมวิธีการเตรียมเนื้อมะเขือเทศที่เหมาะสมสำหรับการสกัดไลโคปีน

ผลของกรรมวิธีการเตรียมเนื้อมะเขือเทศที่เหมาะสมสำหรับการสกัดไลโคปีนต่อปริมาณร้อยละของผลผลิตค่าสี และปริมาณไลโคปีน แสดงในตารางที่ 4 และรูปที่ 1 พบว่าปัจจัยด้านอุณหภูมิ และเวลาในการให้ความร้อนไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ต่อปริมาณร้อยละของผลผลิต ค่าสี และปริมาณไลโคปีน แต่ชนิดของเครื่องมือแยกสกัด และปัจจัยร่วมระหว่าง อุณหภูมิ-เวลาในการให้ความร้อน และชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการแยกเนื้อมะเขือเทศมีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) พบว่าการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วแยกเนื้อมะเขือเทศด้วยเครื่องแยกแบบเกลียวหมุน มีปริมาณไลโคปีนมากที่สุด (44.65 มิลลิกรัม/100 กรัม

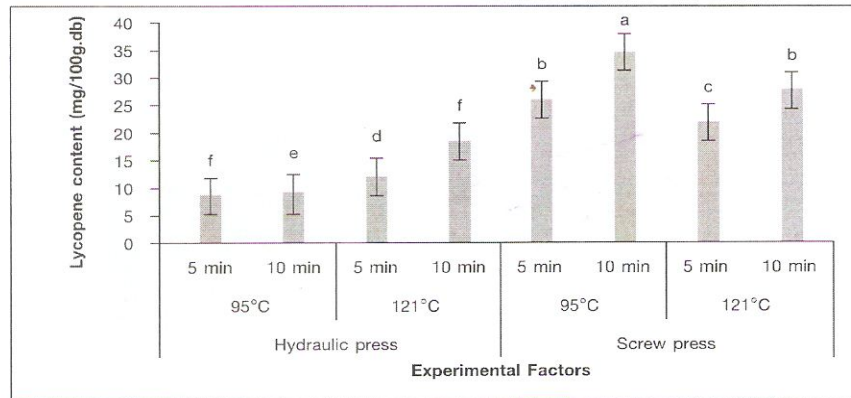
มาตรฐานแห้ง) มีปริมาณผลผลิตที่ได้ร้อยละ 84.50 และมีค่าความสว่างของสี ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลือง ที่ระดับ 22.66 15.70 และ 21.84 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณไลโคปีนที่สูงนี้ เป็นผลมาจากเครื่องแยกแบบเกลียวอัด ทำให้เซลล์เนื้อเยื่อมะเขือเทศแตกหลุดออกมา มากกว่าเครื่องบีบแบบแรงอัดที่บีบเนื้อมะเขือเทศผ่านฝารองมีเนื้อมะเขือเทศออกมาน้อยจึงมีปริมาณไลโคปีนต่ำ ซึ่งมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองที่ใช้ในการวิจัยนี้มีผิวเปลือกนอกที่บางและพบ รงควัตถุสีแดงในส่วนหนึ่งของเนื้อมะเขือเทศมากต้งนั้นจึงคัดเลือกวิธีการเตรียมเนื้อมะเขือเทศ โดยการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วแยกเนื้อมะเขือเทศด้วยเครื่องแยกแบบเกลียวหมุนไปเป็นวัตถุดิบในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปีนด้วยเอนไซม์ต่อไป

ตารางที่ 4 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อน และชนิดเครื่องมือแยกสกัดเนื้อมะเขือเทศ ที่มีต่อปริมาณผลผลิตที่สกัดได้ ค่าสีและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในเนื้อมะเขือเทศ

Treatments			Puree	Color value			TSS
Heating temperature	Heating time	separation equipment	yield (%)	L*	a*	b*	(°Brix)
Temperature (Total mean)		at 95°C	76.12 ^{ns}	20.00 ^{ns}	8.05 ^{ns}	15.17 ^{ns}	3.89 ^{ns}
		at 121 °C	77.62	20.50	8.50	18.75	4.20
Heating time (Total mean)		at 5 min	76.62 ^{ns}	20.26 ^{ns}	8.12 ^{ns}	16.45 ^{ns}	4.04 ^{ns}
		at 10 min	77.12	20.24	8.43	17.47	4.06
Equipment (Total mean)		Hydraulic P.	84.80 ^a	19.70 ^b	2.93 ^b	13.66 ^b	3.56 ^{ns}
		Screw P.	72.00 ^b	24.80 ^a	13.64 ^a	23.81 ^a	4.48
95°C	5 min	Hydraulic P.	93.00 ^a	17.64 ^c	3.84 ^d	12.64	3.52 ^e
		Screw P.	56.54 ^f	23.15 ^a	11.38 ^c	18.44 ^b	4.26 ^b
95°C	10 min	Hydraulic P.	84.50 ^b	17.05 ^c	1.31 ^e	7.26 ^d	3.52 ^e
		Screw P.	71.50 ^e	22.66 ^{ab}	15.70 ^a	21.84 ^b	4.27 ^a
121°C	5 min	Hydraulic P.	77.10 ^c	18.54 ^c	3.67 ^d	13.25 ^c	3.39 ^d
		Screw P.	78.50 ^c	22.77 ^{ab}	13.61 ^b	21.98 ^b	5.00 ^d
121°C	10 min	Hydraulic P.	77.55 ^c	17.80 ^c	2.92 ^d	24.22 ^a	3.44 ^e
		Screw P.	75.50 ^d	20.62 ^b	13.81 ^b	20.62 ^b	5.00 ^b

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

a, b, ... อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)



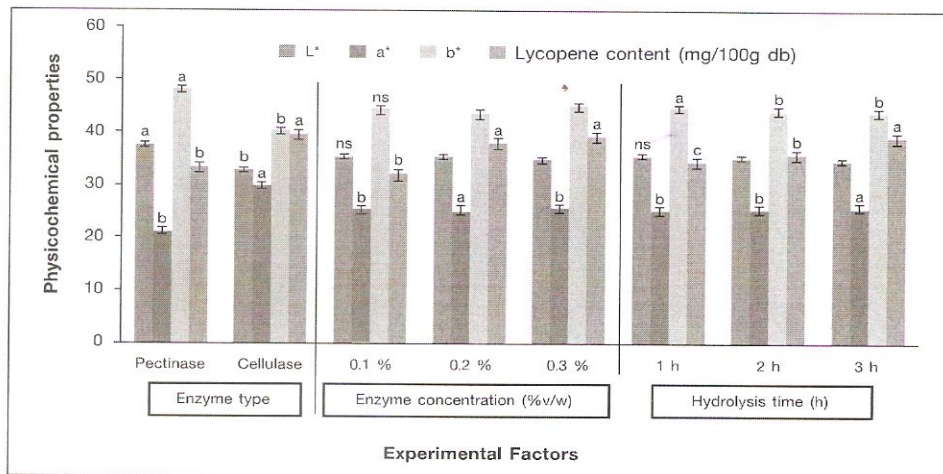
a, b... อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 1 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อน และชนิดเครื่องมือแยกสกัดเนื้อมะเขือเทศที่มีต่อปริมาณไลโคปีนในเนื้อมะเขือเทศ

3.3 ผลของระดับเอนไซม์และเวลาที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปีนจากเนื้อมะเขือเทศ

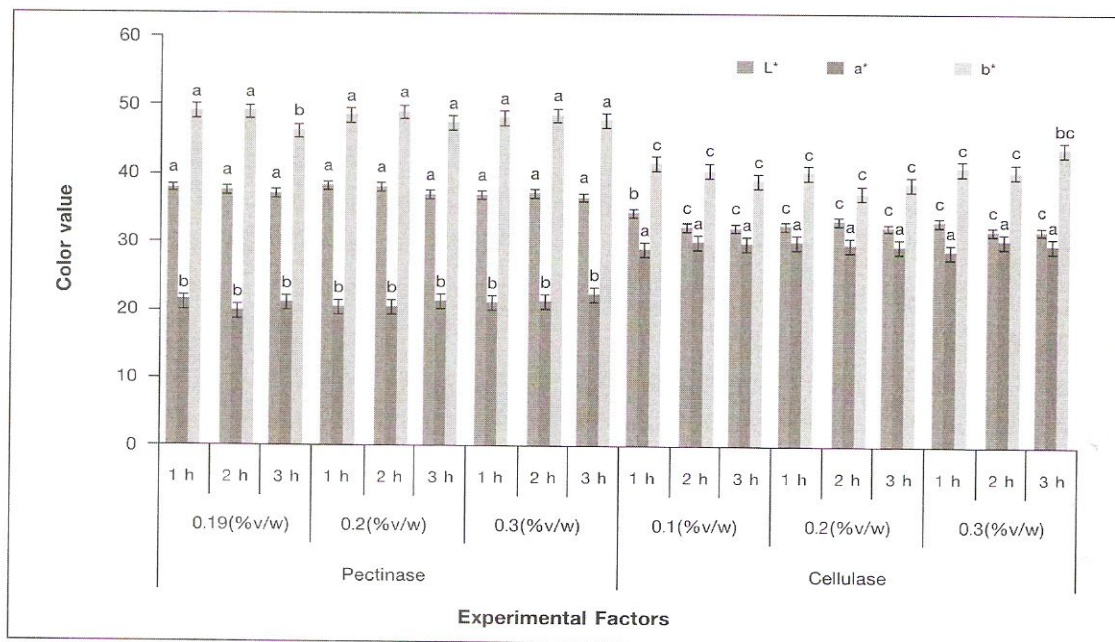
ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการย่อยสกัดไลโคปีนจากเนื้อมะเขือเทศ ที่แยกได้จากวิธีการในการทดลองที่ 3.2 ด้วยเอนไซม์เพคตินเนส และเซลลูเลส ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการย่อยที่ต่างกัน แสดงใน รูปที่ 2 และ 3 พบว่าปัจจัยด้านชนิดของเอนไซม์ มีผลต่อค่าสว่างของสี (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) และปริมาณไลโคปีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าในช่วง 31.91 – 37.96, 19.83 – 30.42 และ 37.49 – 49.01 และ 23.90 – 55.07 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ พบว่าเนื้อมะเขือเทศที่ย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูเลส มีค่าสี a^* และ b^* และปริมาณไลโคปีนสูงกว่าเนื้อมะเขือเทศย่อยด้วยเอนไซม์เพคตินเนสทั้งนี้เนื่องจากเอนไซม์เพคตินเนส มีสมบัติในการย่อยสลายสารเพคตินที่หุ้มเซลล์เนื้อมะเขือเทศออก ส่วนเอนไซม์เซลลูเลสมีสมบัติในการย่อยสลายเซลล์เนื้อมะเขือเทศทำให้ไลโคปีนที่แทรกอยู่ในเซลล์เคลื่อนที่ออกมาได้มากกว่า [20, 21] ส่วนปัจจัยด้านความ

เข้มข้นของเอนไซม์ และระยะเวลาในการย่อยพบว่าไม่มีผลต่อค่าความสว่างของสี (L^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) แต่มีผลต่อค่าความเป็นสีแดง (a^*) และ ปริมาณไลโคปีนในเนื้อมะเขือเทศ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับเอนไซม์ และเวลาการย่อยที่เพิ่มขึ้นส่วนค่าสี L^* และ b^* มีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณเอนไซม์เพิ่มมากขึ้นและระยะเวลาย่อยนานขึ้นส่วนปัจจัยร่วมระหว่างชนิดเอนไซม์ความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาการย่อยต่อค่าสีและปริมาณไลโคปีนพบว่าการสกัดไลโคปีนจากเนื้อมะเขือเทศโดยการย่อยด้วยเอนไซม์เพคตินเนสที่ระดับร้อยละ 0.3 นาน 2 ชั่วโมงมีปริมาณไลโคปีนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับสิ่งทดลองที่ย่อยนาน 3 ชั่วโมง ส่วนตัวอย่างที่ย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูเลสที่ระดับร้อยละ 0.2 นาน 3 ชั่วโมง มีปริมาณไลโคปีน (54.88 มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่างมาตรฐานแห้ง) จึงคัดเลือกสิ่งทดลองที่ย่อยด้วยเอนไซม์เพคตินเนสที่ระดับร้อยละ 0.3 นาน 2 ชั่วโมง แล้วนำไปย่อยต่อด้วยเอนไซม์เซลลูเลสที่ระดับร้อยละ 0.2 นาน 3 ชั่วโมง ไปเตรียมผลมะเขือเทศเพื่อผลิตไลโคปีนผงจากมะเขือเทศด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



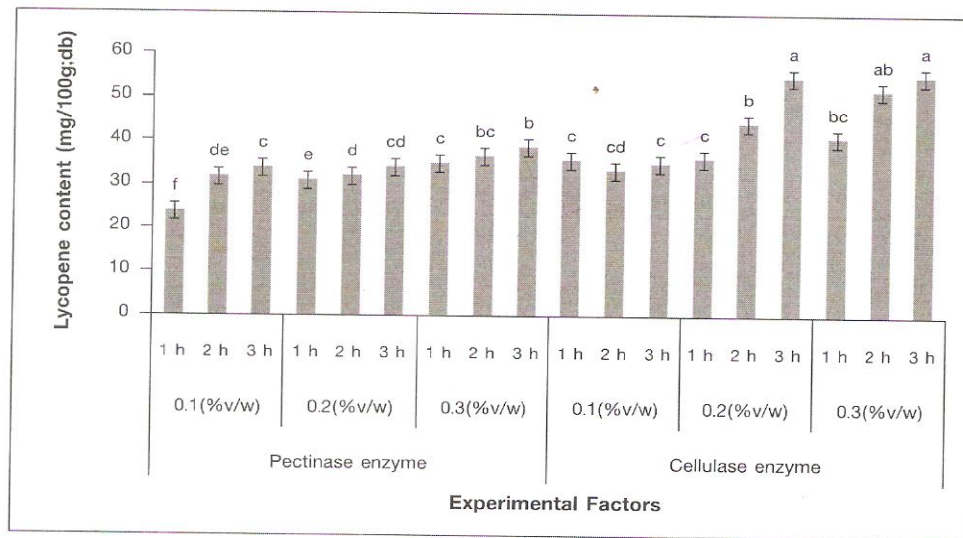
a, b... อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 2 ผลรวมของปัจจัยด้านชนิดเอนไซม์ ความเข้มข้น และระยะเวลาในการย่อย ที่มีต่อค่าสีและปริมาณไลโคปีนในเนื้อมะเขือเทศ



a, b... อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 3 ผลของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดเอนไซม์ ความเข้มข้น และระยะเวลาในการย่อย ที่มีต่อค่าสีเนื้อมะเขือเทศ



a, b... อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4 ผลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดเอนไซม์ ความเข้มข้น และระยะเวลาในการย่อย ที่มีต่อปริมาณไลโคปีนในเนื้อมะเขือเทศ

3.4 ผลของปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินที่มีต่อค่าสีและปริมาณไลโคปีนในมะเขือเทศผง

ผลการเติมมอลโตเด็กซ์ทรินที่ระดับ 0 5 10 15 และ 20 ของสารละลายเนื้อมะเขือเทศ ที่ผ่านการสกัดไลโคปีนด้วยการย่อยด้วยเอนไซม์เพคตินเนสที่ระดับร้อยละ 0.3 (v/w) นาน 2 ชั่วโมง และทำการย่อยต่อด้วยเอนไซม์เซลลูเลสที่ระดับร้อยละ 0.2 (v/w) นาน 3 ชั่วโมง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6 พบว่ามะเขือเทศผงที่ได้มีปริมาณผลผลิตมะเขือเทศผงที่ได้ปริมาณความชื้น ปริมาณไลโคปีน ค่าสี L^* a^* และ b^* ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร) และค่าการกระจายตัวและกำลังการฟุ้งตัว (กรัม/กรัม) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าคุณภาพดังกล่าวมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณ

มอลโตเด็กซ์ทรินส่วนค่าร้อยละของการละลายได้พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เลือกตัวอย่างมะเขือเทศผงที่เติมมอลโตเด็กซ์ทรินที่ระดับร้อยละ 5 ซึ่งมีสมบัติทางเคมีและกายภาพที่ดี ไม่จับตัวเป็นก้อนเมื่อเก็บในถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ณ อุณหภูมิห้อง นาน 1 เดือน ยังมีปริมาณไลโคปีน 65.86 มิลลิกรัม/100 กรัมมาตรฐานแห้ง ความชื้นร้อยละ 13.54 ให้ปริมาณผลผลิตมะเขือเทศผงที่ได้ร้อยละ 9.94 ของสารสกัดไลโคปีนเริ่มต้น มีค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 52.06 25.43 25.43 มีค่าความหนาแน่น ค่าการกระจายตัว และกำลังการฟุ้งตัว 0.27 (กรัม/มิลลิลิตร) 80 และ 2.94 (กรัม/กรัม) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลของระดับมอลโทโรเด็กซ์ตรินที่มีต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ ปริมาณความชื้น และปริมาณไลโคปีนในมะเขือเทศผงที่ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

Maltodextrin addition (% w/w)	Production yield (%)	Moisture content (%)	Lycopene content (mg/100gdb)
0	4.73±0.98 ^a	16.73±0.06 ^d	79.88±7.29 ^d
5	9.94±0.74 ^d	13.54±0.46 ^c	65.86±0.87 ^b
10	15.65±0.54 ^c	7.52±0.33 ^b	30.08±0.79 ^c
15	22.12±0.88 ^b	4.98±0.06 ^a	19.80±1.22 ^d
20	25.13±0.73 ^a	4.35±0.21 ^a	11.31±1.46 ^d

a, b.....อักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 ผลของระดับมอลโทโรเด็กซ์ตรินที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของมะเขือเทศผงที่ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

Maltodextrin addition (% w/w)	Color			Bulk density (g/mL)	Dispensability (%)	Swelling power (g/g)	Solubility (%)
	L^*	a^*	b^*				
0	48.40 ^a	28.50 ^a	39.03 ^a	0.25 ^e ±0.00	100 ^a ±0.00	3.90 ^a ±0.08	4.86±0.00 ^{ns}
5	52.06 ^b	25.43 ^b	35.61 ^b	0.27 ^d ±0.01	80 ^b ±0.00	2.94 ^b ±0.05	4.86±0.04
10	63.29 ^c	18.12 ^c	32.46 ^c	0.40 ^a ±0.01	46 ^c ±0.00	1.88 ^c ±0.10	4.86±0.03
15	68.20 ^d	14.06 ^d	30.58 ^d	0.36 ^b ±0.01	30 ^d ±1.41	1.40 ^d ±0.22	4.85±0.04
20	71.32 ^e	11.76 ^e	28.81 ^e	0.34 ^c ±0.01	25 ^e ±0.00	1.35 ^d ±0.16	4.85±0.00

^{ns}ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

a, b.....อักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

4. สรุปผลการทดลอง

ผลมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปีนคือ พันธุ์อีเปื้อ เนื่องจากมีปริมาณไลโคปีนสูงสุด และมีผิวเปลือกบางเมื่อนำไปแยกเนื้อมะเขือเทศโดยการลวกที่ผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 10 นาทีแล้วแยกเนื้อมะเขือเทศด้วยเครื่องแยกแบบเกลียวหมุน นำเนื้อมะเขือเทศที่ได้ไปย่อยด้วยเอนไซม์เพคตินเนส (ร้อยละ 0.2 นาน 2 ชั่วโมง) และย่อยต่อเนื่องด้วยเอนไซม์ เซลลูเลส (ร้อยละ 0.2 นาน 3 ชั่วโมง) หยุดการทำงานของเอนไซม์ด้วยการต้มที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีแล้วเติมมอลโตเด็กซ์ทริน ที่ระดับร้อยละ 5 ของสารละลายมะเขือเทศที่ย่อยสกัดไลโคปีนได้ ไปทำแห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ผลผลิตมะเขือเทศผงที่ได้ มีปริมาณไลโคปีน 65.86 มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่างมาตรฐานแห้ง

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตผลงานวิจัย ในกลุ่ม Hands on Researcher Track 2 (สัญญาเลขที่ HR# 2L-011) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่สนับสนุนงบประมาณการดำเนินงานและเผยแพร่ผลงานวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

1. Riadh, I., Chafik, H., Marcello, S. L., Imen, T., and Giuseppe D., 2011, "Antioxidant activity and bioactive compound changes during Fruit ripening of high lycopene tomato cultivars", *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol. 24, pp: 588–595.
2. Stahl, W., and Sies, H., 1996, "Perspective in Biochemistry and Biophysics., Lycopene: a Biologically Important Carotenoid for Humans", *Journal of Biochemistry Biophysics*, Vol. 336, pp. 1-9.
3. Binoy, G., Charanjit, K., Khurdiya, D.S., Kapoor, H.C., 2004, "Antioxidants in tomato (*Lycopersicon esculentum*) as a function of genotype", *Journal of Food Chemistry*, Vol. 84, pp. 45–51.

4. Kim, J.Y., Paik, J.K., Kim, O.Y., Park, H.P., Lee, J.H., Jang, Y., Lee, J.H., 2011, "Effects of lycopene supplementation on oxidative stress and markers of endothelial function in healthy men", *Atherosclerosis Journal*, Vol. 215, pp. 189–195.
5. Inmaculada, N.G., Veronica, G.V., Javier, G.A., and Periago, M., 2011, "Chemical profile, functional and antioxidant properties of tomato peel fiber", *Journal of Food Research International*, Vol. 44, pp. 1528–1535.
6. Manashi, D. P., and Charu L. M., 2011, "Physicochemical properties of five different tomato cultivars of Meghalaya and their suitability in food processing", *African Journal of Food Science* Vol. 5 (12), pp. 657–667.
7. Ramandeep, K.T. and Geoffrey, P. S., 2005, "Antioxidant activity in different fractions of tomatoes", *Food Research International Journal*, Vol. 38, pp. 487–494.
8. Sheetal, M.C. and Laxmi, A., 2007, "Enzyme aided Extraction of Lycopene from Tomato Tissues", *Food Chemistry Journal*, Vol. 102, pp. 77–81.
9. Kanyakahm, K. and Uriyapongson, J., 2010, "Lycopene extraction from tomato waste by various enzyme and organic acid", *Journal of Agricultural Science Kasetsart University*, Vol. 41(3/1) (special), pp. 289–292. (In Thai)
10. Rustia, J.M. 2003. Spray-drying of tomato (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karsten). Master thesis of University Library, University of the Philippines at Los Baños (Philippines) UPLB.
11. Sotikul, A., Suwatthi, W., Boonta, T., and Manisara T., 2010, "Development and improved local tomato and pumpkin line in raining season on 2010", *Report of completed research*, ATRI, Rajamangala University of Technology Lanna, pp. 60–61. (In Thai)

12. AOAC., 2005, "Official Method of Analysis of AOAC International 18thed". The Association of Official Analytical Chemists, *Washington D.C.*, pp. 850 -1030.
13. Davis, A.R., Fish, W.W. and Perkins, P., 2003, "A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato product", *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 28: 425-430.
14. Jinapong, N., Suphantharika, M. and Jamnong, P., 2008, "Production of instant soymilk powders by ultra-filtration, spray drying and fluidized bed agglomeration", *Journal of Food Engineering*, Vol. 84, pp. 194-205.
15. Schoch, T.J., 1964, "Swelling Power and Solubility of Granular Starches", In: *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L., R.J. Smith and J.N. Be Miller (Eds.), Vol. 4, Academic Press, New York, USA., pp: 106-108.
16. Fabiano R. B.C., Derly J. H.S., Paulo C.S., 2010, "Quality of Tomato grown under a protected environment and field conditions", *IDSIA (Chile) Mayo-Agosto*, Vol. 28 (2), pp. 75 - 82.
17. Arias, R., T.C.Lee., L. Logendra and H. Janrs, 2000, "Correlation of lycopene measure by HPLC with the L^* , a^* , b^* color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 48, pp. 1607-1702.
18. Louis C.L., Salma I.Ai H., Jube B. and Madduri V. R., 2010, "Assessment of lycopene content of fresh tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and tomato products in the United Emirates, *Journal of Food, Agricultural & Environment*, Vol. 8 (3&4), pp. 142-147.
19. Das, R.D., Hossain, T., Sultana, M.M., Sarwar, G.S.H.M. and Hafiz, M.H.R., 2011, "Effect of different sowing time on the quality of tomato varieties", *Bangladesh Research Publications Journal*, Vol. 6(1), pp. 46-51
20. Galicia R.M., Verde R., Ponce E., González R.O., Saucedo C. and Guerrero I., 2008, "stability of lycopene in cv. saladette tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) stored under different conditions", *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, Vol. 7, No. 3, pp. 253-262.
21. Tran, M.H., Nguyen, D., Zabaras L., and Vu, T.T., 2008, "Process development of Gac powder by using different enzymes and drying techniques", *Journal of Food Engineering*, Vol. 85, pp. 359-365.
22. Sheetal, M.C. and Laxmi, A., 2007, "Enzyme aided Extraction of Lycopene from Tomato Tissues", *Food Chemistry Journal*, Vol. 102, pp. 77-81

110282



บันทึกข้อความ

ที่

วันที่ 27 มิถุนายน 2556

เรื่อง ขออนุมัติงบประมาณในการนำเสนอผลงาน

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. หนังสือตอบรับให้นำเสนอผลงานวิจัย

2. ผลงานวิจัยที่น่าสนใจ

งานบัณฑิตและบริหารการศึกษ
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร
เลขที่รับ/ส่ง 100
วันที่ ๐๘ / มิ.ย. / ๕6 เวลา 15:45 น.
ผู้รับ ผอ.กวิ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
สถาบันวิจัยและพัฒนาโดยเอกสาร
เลขที่รับ 707
วันที่ 8 / 11. / 2557 เวลา 13:02 น.
ผู้รับ วิจัย

ตามที่ข้าพเจ้านางสาวกานดาหวดี โนชัย นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ได้รับการตอบรับให้นำเสนอผลงานวิจัยที่เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ ในภาคบรรยายเรื่อง "Physicochemical Properties of Dried Noodle with Tomato Lycopene Supplemented" ในงานการประชุมวิชาการนานาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 4 โดยงานประชุมจะจัดขึ้นในระหว่างวันที่ 15 -16 กรกฎาคม 2556 ณ ศูนย์ประชุมบางกอก คอนเวนชันเซ็นเตอร์ เท็นทรีลเวิลด์ ชั้นที่ 22 ปทุมวัน กรุงเทพฯ ดังนั้นข้าพเจ้าใคร่ขออนุมัติเงินสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากงบประมาณของบัณฑิตศึกษาจำนวน 3,000 บาท มีรายละเอียดดังนี้

1. ค่าที่พัก	1,200 บาท
2. ค่าเบี้ยเลี้ยง-เดินทางเป็นเงินประมาณการ	1,800 บาท
รวมจำนวนเงิน	3,000 บาท (สามพันบาทถ้วน)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

Chantal

60 11 15 76

กานดาดี โนชัย
(นางสาวกานดาดี โนชัย)

นักศึกษาปริญญาโท

ବୈଷୟିକ ଅନୁ. ସଂଗ୍ର. ବୈଷୟିକ ଅନୁ. ସଂଗ୍ର.

[illegible]

Am m

นางสาวดิไลจำนงค์ เป็น อาสาสมัคร ๑๓๖

ବିଏସଏ ମିନିମାୟ 3000 ଟା. (ମି)

ชื่อ นส. เด่น ทวี / กับครอบครัว

เนื้ขาวนขั้โต

អំពីការ បោះឆ្នោត ក្នុងស្ថានភាព

Chin Chin

24 7A. 56

01912577 ၂၃၈၈

In the

(บันทึกประจำวัน)

800 2556

1964 ၁၂.၁၂.၁၉

เพื่อปกครองและพิทักษ์

2025

68 nast

1962 10-210.

in der Natur zu finden

የግብርና ሚኒስቴር

26th Oct

15/1



Rajamangala University of Technology
Phra Nakhon (RMUTP), Bangkok, Thailand



Lander University
Greenwood, United of America



The 4th Rajamangala University of Technology International Conference
Technology & Innovation Development for Sustainability
during 15th – 16th July, 2013 Bangkok, Thailand

May 27, 2013
Bangkok, Thailand

Dear Kandawadee Nochai and Jirapa Pongjanta

I am pleased to inform you that your presentation has been accepted by Academics Committee as follows:

Authors: Kandawadee Nochai and Jirapa Pongjanta

Title: Physicochemical Properties of Dried Noodle Enrichment with Lycopene from Tomato

The 4th Rajamangala University of Technology International Conference will be held in 22nd Floors, Bangkok Convention Centre at Central World Bangkok, Thailand from July 15th – 16th, 2013

We hereby extend a cordial invitation for you to join us at this prominent event. You are encouraged to visit the "4th RMUTIC: Technology & Innovation Development for Sustainability" website at <http://rmutcon.rmutp.ac.th/>

We thank you for your support and look forward to welcoming you in Bangkok, Thailand.

Sincerely yours,

Asst. Prof. Chutamas Peeraphatchara

Assistant to the President and

Director of the Institute of Research and Development

Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Email: chuta.p@rmutp.ac.th, yinn.chutamas@gmail.com

Tel: +66 (0) 2282 9009 ext. 6094, 6097 Fax: +66 (0) 2282 0423

สมบัติทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่อบแห้งเสริมไลโคปีนจากมะเขือเทศ

Physicochemical Properties of Dried Noodle with Tomato Lycopene Supplemented

กานดาวดี โนชัย^{1*} และ จิรภา พงษ์จันทา²

¹นักศึกษานิเทศศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 202 ตำบล พิชัย อำเภอ เมือง จังหวัด ลำปาง 52000

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปี.ศ. 89 อำเภอ เมือง จังหวัด ลำปาง

ABSTRACT

Dried noodle is a favourite food being consumed however, it contains high carbohydrates and sodium but low in fibre, vitamins and antioxidant. Thus, the aim of this study was to developed noodle with lycopene enrichment. Lycopene was extracted from tomato pulp by pectinase and cellulase enzymes and was added in noodle at 0 5 10 15 and 20% by weight of wheat flour. Physicochemical properties and sensory attributes of the dried noodles were investigated. Results revealed that the noodle supplemented with 5-20% of lycopene received the higher overall acceptability score by 30 panelists than that of the control sample. Lycopene content in the developed noodle was ranged between 1.41 and 26.50 mg/100g sample db. The 20% lycopene supplemented in dried noodle had the highest score of overall acceptability, where the color value, cooking loss, tensile strength, hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness, gumminess and chewiness were 61.92, 13.56, 51.73, 10.28% 0.108 N, 1.45 N, -3.18 g/sec., 0.89, 0.48, 0.70 and 0.62, respectively.

คำสำคัญ: ไลโคปีน เอนไซม์เพคตินเอสและเซลลูเลส ลักษณะเนื้อสัมผัส

Keyword: Lycopene, Pectinase and cellulase enzyme, Texture properties

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ nu_nui19@hotmail.com โทร. 0 5434 2553 ต่อ 306

1. Introduction

The consumption levels of dried noodles have become one of the fastest growing sectors in Asian countries, due to their ease to cook and long shelf-life. The noodles are usually available both in fresh and dried forms at Asian markets and they are often available in dried form elsewhere. Traditional dried noodles are claimed to lack on dietary fiber, vitamins and minerals. Dried noodles are made from well-mixed of hard wheat flour, salt, eggs, corn starch, and oil, so that it forms stiff dough. The dough is rolled and cut into strips about 1-2 mm in width and then cut to 2-4 m in length and hung on rods. The noodles drying process is controlled through a three-stage process from semidried (18-25% moisture content), pre-dried and final dried to less than 14% moisture content. The good quality of cooked noodles should remain firm and not lost solids in cooking water, and not become sticky and soggy when standing after cooking. The noodle texture is also an important attribute of noodle quality. Consumers prefer noodle with medium firmness and strong chewiness texture (Oda *et al.*, 1980). Hou (2001) found that good quality of Japanese noodles may be produced by flour with amylose content between 22-24%. Flour with lower amylose content gave noodles smooth surface and soft texture. In addition, flour protein content is corrected with cooked noodle texture. Low protein content causes noodles to have soft texture and are easily broken during the drying process (Oh *et al.*, 1985). The gluten network is responsible in giving noodles cohesive integrity and structural strength during processing. Therefore, the higher protein content leads to lower cooking losses in traditional and extruded wheat noodles (Edwards *et al.*, 1993) and cause to take longer cooking times by slowing down water penetration into the noodle (Moss *et al.*, 1987).

The development of food-products for consumers has two main properties, i.e. the first with the traditional nutritional aspects of the food, and the second with the expected, additional health benefits from its regular ingestion. Several studies have suggested that consumption of tomato lycopene exerts a beneficial effect on human health (Unlu, *et al.*, 2007; Shi and Maguer, 2000). Lycopene, the main carotenoid found in tomatoes and tomato-based products, has been reported to be protective against several types of cancer. It has attracted attention due to its biological and physicochemical properties, especially related to its effects as a natural antioxidant. Although it has no provitamin A activity, lycopene does exhibit a physical quenching rate constant with singlet oxygen almost twice as high as that of beta-carotene (Shi and Maguer, 2000). The bioavailability of *cis*-isomers in food is higher than that of *all-trans* isomers. Lycopene bioavailability in processed tomato products is higher than in unprocessed fresh tomatoes (Boileau *et al.*, 2002). Lycopene has been under considerable investigation for its antioxidant benefits in treating various chronic human diseases like cancer, cardiovascular diseases, osteoporosis and diabetes (Rao *et al.*, 2007). The lycopene is extracted from the biological source, preferably from genetically-engineered cells or the fruits or fruit portions, such as skins, with an appropriate organic solvent or a mixture of solvents that are themselves readily removable from the extract. When fruit is utilized, it is preferably ripe. Tomatoes are an excellent source of lycopene because they contain one of the highest known concentrations of lycopene in nature, about 0.01 weight percent lycopene on a dry weight basis. Kanyakam and Uriyapongson (2010) revealed that lycopene extractions from tomato paste industry waste hydrolyzed with pectinase, cellulase and hemicellulose for 50 min incubation time with ethyl acetate gave the highest lycopene yield (50.3 mg/100 g sample). Furthermore, Pongjanta *et al.*, (2012) reported that lycopene extraction from local tomatoes puree by using 0.2% pectinase and cellulase enzyme hydrolysis for 3 h yielded the highest lycopene content between 18 and 25 mg/100 g sample, wet basis, which was depended on varieties of local tomato. Thus, the objectives of this study was to utilize

tomato lycopene supplement in dried noodle and the sensory attribute, color value, texture characteristic and cooking quality of the dried noodle were determined.

2. Materials and Methods

Raw materials used were local tomatoes No. 1 variety that was harvested from experimental field at Agricultural Technology Research Institute, Lampang, Thailand. Wheat flour, commercial wheat starch and corn starch used for this study were obtained from F.A. Group of Company, Bangkok, Thailand. Salt, eggs, vegetable oil and baking powder were purchased from Big C. Supermarket, Lampang Branch, Thailand. Pectinase Ultra-SPL and Cellulase enzyme, Celluclast, 700 EGU/g were purchased from Novozyme, Denmark. All chemicals and reagents used were of analytical grade from Merck, Germany.

2.1 Tomato lycopene extraction

Lycopene was extracted from ripe local tomato according to the method described by Pongjanta *et al.*, (2012). The production steps of lycopene cake for application in food products were followed in 4 steps. Firstly, ripened tomatoes were subjected to blanching at 95°C for 5 min and passed through screw press to produce puree. Second the tomato puree was hydrolyzed by 0.2% pectinase enzyme at 50°C for 2 h and then continued to hydrolyze with 0.2% cellulase enzyme at 50°C for 3 h and after that immediately inactivated by heating at 95°C for 10 min. thirdly, the lycopene solution was centrifuged at 5,000 rpm for 10 min to produce fresh lycopene cake. Finally, the fresh lycopene cake was analyzed for moisture content, lycopene content and color value before adding in the noodle.

2.2 Preparation of dried noodle with tomato lycopene supplemented

Different levels of tomato lycopene; i.e. 0, 5, 10, 15, and 20% of wheat flour were added during dough forming. The functional ingredients, such as guar-gum (0.47%), tapioca flour (2.97%), and baking powder (0.13 %), were also added into wheat flour (100%). The dried ingredients were initially mixed at low speed with dough hook in mixer bowl (KitchenAid KSM500PS Kenwood) prior to the addition of solution that contained 17.85, 14.88, 1.19, 2.87 and 0-25 % of water, whole eggs, salt, vegetable oil, and tomato lycopene, respectively. The ingredients were mixed at two speeds for 3-5 minutes to give uniform, smooth, non-sticky noodle dough. The noodle dough was rested for 20 min. and kneaded by hand for 1 min. and then folded and sheeted through a noodle maker manual (SHH-Food machine, China) to get the final thickness of noodle sheet (1.00 mm). The noodle sheet was cut into noodle strands of 0.90 mm width with a slitter, 1 m in length. The fresh noodles strands were hung on the rods in a controlled temperature and relative humidity room. The drying process had 3 stages of air drying to prevent the noodles from cracking. In the first stage was at low temperature (15°C) with high humidity (75%) for 1 hour was applied to reduce the noodle moisture content from 30-35% to 20 – 25%. In the second stage, air was removed from the interior of the noodle strands to outside surfaces by drying over night at room temperature (35°C) for 16 h to reduce moisture content from 20-25% to 15 – 20%. The pre-dried strand noodles were then cut into 20 cm length. Finally, the noodle samples were further dried at 60°C in a tray dryer to reduce moisture content to 8-10%.

The dried noodles were kept in aluminum foil bag, stored at room temperature (30°C) before sensory evaluation and physiochemical analyses. All noodle samples were produced in triplicates.

2.3 Sensory evaluation

Dried noodles were presented to the panelist as boiled with miso soup. The dried noodles were placed in wire mesh baskets and boiling for 8 min, cooling in water and drained for 30s and taken 3-4 g portions into miso soup cup before served to panelists within 15 min. The cooked noodle samples were evaluated by 30 semi trained panelists based on appearance, color, odor, taste and overall acceptance on a 9-point hedonic scale (1 = dislike extremely, 9 = like extremely) Watts *et al.*, (1989).

2.4 Color measurements

Color changes of dried and cooked noodle samples were measured by a performing color meter (JS 555, Japan) evaluation, which involved the measurement of the following 3 parameters: lightness/brightness or whiteness, (L^*), in which black had no reflection and white had perfect diffuse reflection; greenness-redness (a^*), in which the negative values indicated green and positive values indicated red, and blueness-yellowness (b^*), in which negative values indicated blue and positive values indicated yellow color.

2.5 Texture properties analysis

Dried noodle of each sample (20 g) was cooked in 500 ml boiling water for 7 min and then rinsed with cold water. Ten replicates of cooked noodles were evaluated by a TA.XT2 texture analyzer (Stable Micro Systems, Ltd., Godalming, Surrey, UK) at 15 min after cooking. A set of six strands of cooked noodles was placed parallelly on a flat metal plate and compressed crosswise twice to 75% of their original height using a 3.175 mm metal blade at speed of 2.5 mm/sec. From force-time curves of the Texture profile analysis (TPA), hardness, springiness, cohesiveness, and adhesiveness were determined according to the description of Park *et al.* (2002). The TPA values reported are the averages of 10 different determinations. Tensile strength of noodles was measured by using Texture Analyzer (TA-XT Plus, Stable Micro Systems, Surre, UK) as described by Bhattacharya *et al.*, (1999). A strand of cooked noodles was wound around parallels of the tensile tester. The upper arm was set to travel apart from the lower arm at the speed of 1 mm/s. The maximum force (g) required to break the noodles gave an indication of the sample's resistance to breakdown, and the distance (mm) to breakdown indicated the extensibility. The experiments were replicated 20 times and calculated by TA software.

2.6 Analysis of Lycopene content

Lycopene content in tomato, tomato lycopene and dried noodle were quantified using the colorimetric method proposed by Davis *et al.* (2003). Weight of 0.5 g of sample were added into 20 mL of extraction solution (25% ethanol: 50% hexane: 25% acetone + 0.05% of BHT) in a dark flask. The lycopene solution was agitated at 5 speed levels for 15 min. then intermediately added 3 mL of deionized water is added. The upper red-orange solution was separated by standing for 5 min. in dark container. The absorbance of the

hexane layer at 503 nm wave length was determined and the lycopene content was calculated using an extinction coefficient of $17.2 \times 10^4 / \text{M cm}$.

2.7 Cooking quality of dried noodles

The optimum cooking time of the five treatments of dried noodles was determined according to AACC Method 66-50 (AACC, 2000). Approximately 5 g of dried noodles were cooked in 200 mL of distilled water in a 500 mL beaker until the white core of un-gelatinized starch in the center just disappeared. Cooking loss of the noodles was determined as described in the AACC, 2000 method. Five grams of the noodles were added to a beaker containing about 200 mL of boiling water. The beaker was covered with a watch glass and noodles cooked for 8 min with slight agitation. The cooked noodles were allowed to drain for 5 min and then weighed. The gruel was poured into a 200 mL volumetric flask and adjusted to volume with distilled water. Twenty milliliters of the solution was pipetted into an aluminum dish and dried to a constant weight at 105°C and evaporated to dryness. The residue was weighed and calculated as: $\text{Cooking loss} = (\text{residue in cooking water [g]} / \text{noodle weight before cooking [g]}) \times 100$. The volume increase coefficient was calculated as the ratio of the volume of the cooked dried noodle to that of raw dried noodle.

2.8 Statistical Analysis

A Completely Randomized Design was used to evaluate the means of physicochemical analysis of the dried noodle samples. A Randomized Completely Block Design (RCBD) was applied to the sensory evaluation with the panelists as a blocking factor. The data obtained for the physic-chemical properties and sensory evaluation were subjected to analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's Multiple Range Test procedure for difference between treatment by a computer program.

3. Results and Discussions

3.1 Physiochemical properties of tomato lycopene

Moisture content, lycopene content and color values of fresh ripe tomato and lycopene extraction from ripened tomato were shown in Table 1. Result revealed that moisture content in the fresh ripe tomato (93.34%) was not significantly different ($p \geq 0.05$) from tomato lycopene (93.72%). While, lycopene content in tomato lycopene was 5 times greater than that of fresh ripe tomato which was 21.53 and 4.82 mg/100g sample (wet basic), respectively. The results from this study was agreed with Zuorro *et al.* (2011) reported that lycopene content in tomato peel was increased by 11 times after hydrolysis with pectinase and cellulose enzyme. This because of lycopene was mainly found in tomato cellulose and hemicelluloses. Furthermore, color values (a^* b^*) of tomato lycopene were significantly different ($p < 0.05$) from the fresh ripe tomato which was the highest of a^* and b^* values in tomato lycopene, while L^* value of tomato lycopene was decreased from the fresh ripe tomato.

Table 1 Physiochemical properties of fresh ripe tomato and lycopene extract from local tomatoes

Tomato samples	Physiochemical properties				
	Moisture content	Lycopene content	Color value		
	(%)	(mg/100g, wb.)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Fresh tomato	93.34±0.06 ^{ns}	4.50 ± 0.39 ^b	34.00±1.41 ^{ns}	23.84±3.61 ^b	26.32±2.72 ^b
Tomato lycopene	93.72± 0.56	21.53± 0.12 ^a	32.60±0.40	30.53± 0.28 ^a	39.62±0.40 ^a

^{a,b} Means in a column with a different upper script letter are significantly different($p<0.05$)

^{ns} not significantly different

3.2 Sensory evaluation of cooked lycopene noodle

Sensory attributes (appearance, color, odor, flavor, texture, and overall acceptance) of cooked lycopene noodle were presented in Table 2. The results revealed that the scores of cooked noodle treatments with 10- 20% of tomato lycopene added were significantly higher (7.33-7.47) than that of the control and 5% tomato lycopene added (6.23-6.53). The color preference of the noodle was significantly affected ($p<0.05$) by the addition of tomato lycopene, which was increased upon the high level of lycopene added. In addition, an appearance, odor, flavor, texture, and overall acceptance scores were not different ($p\geq0.05$) among treatments. However, the 10% of tomato lycopene added in noodle received the highest scores (7.03) for the overall acceptance.

Table2 Sensory evaluations of cooked dried noodle at different levels of wheat flour enrichment with tomato lycopene cake by using 9- point Hedonic scale.

added lycopene (%)	Appearance	Colo	Odor	Taste	Texture	overall acceptance
0	7.13 ±1.10 ^{ns}	6.23 ^b ±1.36	6.67±1.15 ^{ns}	6.60±1.19 ^{ns}	7.00±1.26 ^{ns}	6.90±0.99 ^{ns}
5	7.07±0.91	6.53 ^b ±1.01	6.33±0.92	6.43±0.90	6.60±1.10	6.63±0.93
10	7.50±0.68	7.37 ^a ±0.85	6.23±0.97	6.77±0.86	6.97±1.16	7.03±0.72
15	7.53±0.57	7.47 ^a ±0.57	6.27±0.91	6.63±0.89	6.67±1.09	6.93±1.01
20	7.40±1.00	7.33 ^a ±1.06	6.53±1.31	6.80±0.92	6.70±1.12	7.10±0.99

^{a,b,c} Means in a column with a different upper script letter are significantly different($p<0.05$)

^{ns} not significantly different

3.3 Color value of noodles and lycopene content

One of the first quality parameters that the consumer considers is the color of the product. Recently, most of consumers prefer food products with natural color product, especially in noodle product. The color values of develop dried noodle enrichment tomato lycopene suggested that the a^* and b^* values were dramatically increased from 0.18 - 12.14 and 19.58 - 39.90, respectively by the increased levels of tomato lycopene cake (0-20% of wheat flour) in the dried noodle formula. The color value of dried noodle was related with lycopene content in the developed dried noodle that increased from 1.41 - 26.50 mg/100g db. Furthermore, the color value (a^* and b^*) of cooked noodle had a similar trend with the dried noodle but greater values than dried noodle. The a^* and b^* of cooked noodle were ranged between -1.60 - 13.56 and 16.76 - 51.73, respectively

Table 3 Color value of raw and cooked dried noodle and lycopene content of dried noodle

Added lycopene (%)	Color of dried noodle			Color of cooked noodle			Lycopene content (mg/100g db.)
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	
0	85.51±0.01 ^a	0.18±0.04 ^c	19.58±0.11 ^c	76.59±0.04 ^a	-1.60±0.04 ^c	16.76±0.13 ^c	1.41±0.01 ^c
5	80.82±0.01 ^b	7.44±0.04 ^d	31.20±0.21 ^d	69.55±0.03 ^b	7.32±0.04 ^d	35.26±0.18 ^d	11.54±0.3 ^b
10	77.38±0.01 ^c	9.94±0.05 ^c	36.24±0.13 ^c	66.81±0.01 ^c	10.20±0.04 ^c	42.98±0.23 ^c	13.38±0.1 ^b
15	75.25±0.06 ^d	10.38±0.06 ^b	37.92±0.25 ^b	66.03±0.10 ^d	11.52±0.07 ^b	47.10±0.35 ^b	24.83±0.1 ^a
20	73.62±0.01 ^c	12.14±0.06 ^a	39.90±0.20 ^a	61.92±0.01 ^c	13.56±0.07 ^a	51.73±0.55 ^a	26.50±0.2 ^a

^{a,b,c}

Means in a column with a different upper script letter are significantly different (p<0.05)

^{ns} not significantly different

3.3. Moisture content and cooking quality

Moisture content and cooking times of all dried noodle samples were not significantly different (p>0.05) among treatments which was ranged between 6.62-7.60% and 7.14-7.18 min., respectively. Tomato lycopene supplemented in noodle formula caused significant differences in cooking loss, volume increase coefficient and tensile strength of samples (p<0.05) as shown in Table 4. The noodle samples with 10 - 20% tomato lycopene enrichment had significantly (p<0.05) higher cooking loss than those of the 0 - 10% addition. This cooking loss values could be due to a disruption of the protein- starch matrix from a diluted gluten fraction in the noodle flour. According to the Croatian Official Regulation, noodle cooking loss should not exceed 12%. The volume increase coefficient was decreased with high levels of tomato lycopene added (3.19-3.92). The tensile strength was significantly different (p>0.05) among treatments (Table 4) The lowest tensile strengths were in the cooked noodles that contained 20% added tomato lycopene. Tomato lycopene could not function as an effective ingredient to fortify the network structures of the noodle. Park and Baik, (2004) reported on a rapid decrease on tensile strength which indicated a significant correlation with protein content.

Table 4 Moisture content and cooking quality of cooked dried noodles with different levels of tomato lycopene supplemented.

Added lycopene (%)	Moisture content (%)	Cooking time (min.)	%Cooking loss	Volume increase coefficient	Tension (N)
0	6.62±0.79 ^{ns}	7.14±0.19 ^{ns}	9.14±0.02 ^a	3.92±0.02 ^a	0.205±0.01 ^a
5	7.08±0.79	7.16±0.16	9.26±0.06 ^b	3.76±0.04 ^b	0.120±0.01 ^b
10	7.34±0.74	7.23±0.11	10.26±0.03 ^c	3.48±0.04 ^c	0.118±0.00 ^{bc}
15	7.21±0.83	7.38±0.04	10.24±0.01 ^c	3.56±0.02 ^c	0.111±0.02 ^{bc}
20	7.60±0.28	7.38±0.04	10.28±0.02 ^c	3.19±0.08 ^d	0.108±0.01 ^c

^{a,b,c} Means in a column with a different upper script letter are significantly different ($p<0.05$)

^{ns} not significantly different

3.4 Texture characteristic of noodle

The cooked noodle texture attributes were determined as hardness, springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness, and adhesiveness using a TPA Texture Analyzer (Table 5). The hardness, gumminess and chewiness of the experimental cooked noodles were significantly different ($p<0.05$). The results showed that, as the amount of tomato lycopene cake increased, the hardness of the noodle increased, while gumminess and chewiness tended to decrease but higher values than that of control. Chewiness is the most indicative characteristic of cooked noodle. It is calculated by multiplying gumminess and springiness. The enrichment of noodle with different levels of tomato lycopene showed the non-significant differences ($p>0.05$) on springiness, cohesiveness, and adhesiveness of noodle samples. The results of springiness (which indicated the percentage recovery) of noodle indicated that when the substitution levels of tomato lycopene cake increased, the noodle required more time to recover its shape. Gumminess and chewiness are secondary parameters, whereas the determination of gumminess is calculated by multiplying hardness and cohesiveness. The results showed that gumminess decreased with an increased amount of tomato lycopene in the noodles.

Table 5 Texture profile analysis of cooked dried noodles control and tomato lycopene dried noodle

Added lycopene (%)	Texture profiles					
	Hardness (N)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess (kf)	Chewiness (kj)	Adhesiveness
Control	1.22±0.04 ^d	0.85±0.04 ^{ns}	0.48±0.01 ^{ns}	0.59±0.03 ^b	0.50±0.04 ^b	-2.52±1.54 ^{ns}
5	1.65±0.12 ^a	0.84±0.04	0.47±0.01	0.77±0.07 ^a	0.64±0.06 ^a	-3.60±1.04
10	1.62±0.05 ^{ab}	0.89±0.04	0.45±0.03	0.73±0.06 ^a	0.65±0.08 ^a	-3.77±1.36
15	1.51±0.07 ^{bc}	0.88±0.06	0.48±0.03	0.73±0.04 ^a	0.64±0.07 ^a	-2.51±1.04
20	1.45±0.11 ^c	0.89±0.02	0.48±0.02	0.70±0.08 ^a	0.62±0.06 ^a	-3.18±1.32

^{a,b,c} Means in a column with a different upper script letter are significantly different (p<0.05)

^{ns} not significantly different

Conclusions

The results of the present study could be concluded that the beneficial dried noodles with health promoting factors could be produced from lycopene extraction from tomato. As the supplementing tomato lycopene cake from 5 - 20% of wheat flour in the dried noodle formula showed to have superior lycopene content, sensory acceptance, volume increase coefficient hardness, gumminess and chewiness.

Acknowledgement

The authors gratefully acknowledge the financial support given by the Hand's on Research Grant under project No: HR-2L-013 from Rajamangala University of Technology Lanna, Thailand. The authors are grateful to Dr. Wirat Ampun for helpful suggestions on the manuscript.

Reference

AACC, 2000, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Method 08-01, 46-30, 55-40, 66-50, 76-13, and 76-31, 10ed. The Association, St Paul, MN.

- AOAC., 2005, "Official Method of Analysis of AOAC International 18th ed". The Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., Chapter 4:1-72p.
- Bhattacharya, M.; Zee, S.Y.; and Corke, H. 1999. Physicochemical properties related to quality of rice noodles. *Cereal Chem.* 76:861-7.
- Boileau TWM, Boileau AC, Erdman JW, 2002. Bioavailability of all-trans and cis-isomers of lycopene. *Exp Bio Med.* 227, 914-919.
- Davis, A.R., W.W. Fish, and P. Perkins-Veazie. 2003. A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato and tomato products. *Postharvest Biology and Technology.* 28: 425-430.
- Edwards, N.M., Izydorczyk, M.S., Dexter, J.E. and Iliiaderis, C.G. 1993. Cooked pasta Texture: Comparison of dynamic viscoelastic properties to instrumental assessment of firmness. *Cereal Chem.*, Vol. 70 (2): 122-126.
- George B, Kaur C, Khurdiya DS, Kapoor HC (2004) Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chem* 84: 45-51
- Hou, G., 2001. Oriental noodles. *Adv. Food Nutr. Res.* 43, 143-193.
- Kanyakam, K. and Uriyapongson, J. *Agricultural Sci. J.* 41(3/1)(Suppl.): 289-292(2010)
- Moss, R., Gore, P.J., and Murry, I.C. 1987. The influence of ingredients and processing variables on the quality and microstructure of Hokkien, Cantonese and Instant noodles. *Food Micro structure.* 6:63 - 68.
- Oda, M., Yasuda, Y., Okazaki, S., Yamauchi, Y., and Yokoyama, Y. 1980.. A method of flour quality assessment for Japanese noodles. *Cereal Chem.* 57:253-254
- Oh, N.H., Scib, P.A., Ward, A.B., and Deyoe, C.W. 1985. Noodles. IV. Influence of flour protein, extraction rate, particle size, and starch damage on the quality characteristics of dry noodles. *Cereal Chem.* 62:441-446.
- Park CS, Hong BH, Baik BK. 2002. Genotypic and environmental effects on flour properties in Korean winter wheats. *Korean J. Crop Sci.* 47: 1-12.
- Park CS, Baik BK. 2004. Cooking time of white salted noodles and its relationship with protein and amylase contents of wheat. *Cereal Chem* 81(2):165-71.
- Pongjanta J., Srisuvor N., and Nochai K. 2012. Lycopene powder production from local tomato and used as healthy food ingredient. report of completed research, ATRI, Rajamangala University of Technology Lanna. pp. 80. (In Thai)
- Rao LG, Mackinnon ES, Josse RG, Murray TM, Strauss A, Rao AV. 2007. Lycopene consumption decreases oxidative stress and bone resorption markers in postmenopausal women. *Osteoporosis Int*;18(1):109-115.
- Shi, J. and Maguer, M. 2000. Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. *Food Science and Nutrition*, 40(1), 1-42.
- Unlu NZ, Bohn T, Francis DM, Nagaraja HN, Clinton SK, Schwartz SJ. 2007. Lycopene from heat-induced cis-isomer-rich tomato sauce is more bioavailable than from all-trans-rich tomato sauce in human subjects. *British J Nutr.* 2007 Jul;98(1):140-6.
- Watts, B.M., Ylimaki, L.E., Jeffery L.E., and Elias, L.G. (1989). *Basic Sensory Methods for Evaluation.* IDRC, Canada.
- Zuorro, A., Fidaleo, M. and Lavecchia, R. 2011. Enzyme-assisted extraction of lycopene from tomato processing waste. *Enzyme and Microbial Technology Journal.* No. 8256: 1-7

งานบัณฑิตและบริการการศึกษา
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร
คำร้องขอนำเสนอผลงานทางวิชาการ

ข้าพเจ้า (นาย นาง นางสาว) กานดาณี ไชยชัย รหัสประจำตัว
นักศึกษาระดับ ☒ ปริญญาโท แผน ท2 สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร
ระบบการศึกษา ☒ ภาคปกติ ☐ ภาคพิเศษ ☐ ภาคสมทบ มีความประสงค์จะขอไปนำเสนอผลงาน ดังนี้
เรื่อง Physicochemical Properties of Dried Noodle with Tomato Lycopene Supplemented
หน่วยงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สถานที่ดำเนินงาน ศูนย์ประชุมบางกอก คอนเวนชันเซ็นเตอร์ กรุงเทพมหานคร

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ลงชื่อ กานดาณี ไชยชัย นักศึกษา
(น.ส.กานดาณี ไชยชัย)
วันที่ ๕๖ / ๖ / ๕๖

ความเห็นอาจารย์ที่ปรึกษา

เห็นควรอนุญาต

ลงชื่อ ดร.จิรา พงษ์จินดา อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร.จิรา พงษ์จินดา)
วันที่ ๕๖ / ๖ / ๕๖

ความเห็นคณะกรรมการบริหารหลักสูตร การประชุมครั้งที่ ๕๖ เมื่อวันที่ ๕ ก.ค. ๕๕๖
มติ อนุมัติ

ลงชื่อ ดร.วิรัตน์ อัมพันธ์
(อาจารย์ ดร.วิรัตน์ อัมพันธ์)

ประธานกรรมการบริหารหลักสูตร
วันที่ ๕ / ๖ / ๕๕๖

งานบัณฑิตศึกษา สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร ในการประชุมครั้งที่ ๕๖ เมื่อวันที่ ๕ ก.ค. ๕๕๖
มติ อนุมัติ

ลงชื่อ ดร.จิรา พงษ์จินดา
(ผศ.ดร.จิรา พงษ์จินดา)
หัวหน้างานบัณฑิตศึกษา
วันที่ ๕ / ๖ / ๕๕๖

ลงชื่อ ดร.อรุณ โสติกุล
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณ โสติกุล)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร
วันที่ ๕ / ๖ / ๕๕๖



งานบัณฑิตและบริหารการศึกษา	
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร	
เลขที่รับ/ส่ง	112
วันที่ 11 / 11 / 56 เวลา 15.30 น.	
ผู้รับ	ผอ.ทอ

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานบัณฑิตและบริหารการศึกษา สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ที่

วันที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ.2556

เรื่อง ขออนุญาตนำเสนอผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ตามที่สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้เปิดหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชศาสตร์) โดยข้าพเจ้านางสาวพิมพ์พรรณ เมืองมา นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาพืชศาสตร์ ได้นำเสนอผลงานวิจัยเรื่อง “เทคนิคการประเมินความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่และการจำแนกตำแหน่งอื่นด้านทานด้วยเครื่องหมายโมเลกุลในข้าวโพด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ วิทยานิพนธ์ นำเสนอผลงานโดยการบรรยายในงานประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5 ในวันที่ 15-16 กรกฎาคม 2556 ณ ห้องประชุมบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ชั้น 22 โรงแรม เซ็นทาราแกรนด์และบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

ข้าพเจ้าใคร่ขออนุญาตนำเสนอผลงานวิจัย โดยไม่ขอเบิกค่าใช้จ่ายในการไปนำเสนอผลงานวิจัย ในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

พิมพ์พรรณ เมืองมา

(นางสาวพิมพ์พรรณ เมืองมา)

นักศึกษานิพนธ์ปริญญาโท

เรียน ผอ. ทอ

เรียน ผอ. ทอ เพื่อ
เกิดกิจกรรมในนามของ ผอ. ทอ
ในนาม ผอ. ทอ

11 ก.ค. 56

เรียน ผอ. ทอ

เรียน ผอ. ทอ

11 ก.ค. 56

พิมพ์

ที่ ศธ ๐๕๘๑.๑๑/๐๗๙๕



สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
สี่เสาเทเวศร์ เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

๒๗ พฤษภาคม ๒๕๕๖

เรียน คุณกัญญณ์ช ศิริธัญญา และคุณพิมพ์พรรณ เมืองมา

เรื่อง ตอบรับการเข้าร่วมประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๕

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัยเรื่อง เทคนิคการประเมินความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ และการจำแนกตำแหน่งยืนต้นทานด้วยโมเลกุลเครื่องหมายในข้าวโพด เข้าร่วมการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๕ ระหว่างวันที่ ๑๕ - ๑๖ กรกฎาคม ๒๕๕๖ ณ ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ ชั้นที่ ๒๒ ปทุมวัน กรุงเทพฯ นั้น

สถาบันวิจัยและพัฒนา (สวพ.) ขอแจ้งให้ท่านทราบว่าบทความวิจัยดังกล่าวผ่านการพิจารณาให้เข้าร่วมประชุมวิชาการ และจะได้รับการตีพิมพ์ในรายงานการประชุมทางวิชาการ (Proceedings) การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๕ (5th RMUTNC)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และพิจารณาดำเนินการ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑามาศ พิรพัชระ)
ผู้ช่วยอธิการบดี และผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

กลุ่มวิจัย

โทรศัพท์ : ๐ ๒๒๘๒ ๙๐๐๙-๑๕ ต่อ ๖๐๙๔, ๖๐๙๗

โทรสาร : ๐ ๒๒๘๒ ๐๔๒๓

เทคนิคการประเมินความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ และการจำแนกตำแหน่งยีนต้านทาน
ด้วยโมเลกุลเครื่องหมายในข้าวโพด

Evaluation Technique for Northern Corn Leaf Blight Resistance and
Identification of Resistance Genes Position in Maize with DNA markers

กัญญณ์ช ศิริธัญญา^{1*} พิมพ์พรรณ เมืองมา²

^{1,2} สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดลำปาง 52000

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิคใหม่ในการปลูกถ่ายเชื้อและการประเมินความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพด ทดสอบ 2 สภาพการทดลอง คือ สภาพโรงเรือน อายุข้าวโพด 10 - 14 วัน (4 - 5 ใบ) และสภาพแปลงทดลองอายุข้าวโพด 21 - 25 วัน (6 - 7 ใบ) โดยปลูกถ่ายเชื้อเชื้อราจากภาคเหนือ ACIL1 ทำการฉีดพ่น spore suspension ความเข้มข้น 10^4 สปอร์/มิลลิลิตร ลงบนต้นข้าวโพด โดยใช้ประชากรลูกผสม Ki48/Ki47 ช่วงที่ 2 ทั้งหมด 160 สายพันธุ์เปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐานการค้า 2 พันธุ์ (ไฮบริด 3 และ อินทรี 2) ได้ค่าความสัมพันธ์ของทั้งสองสภาพ (Correlation) เท่ากับ 0.658 นั่นคือการประเมินความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพด ทั้งในสภาพโรงเรือน และสภาพแปลงทดลอง เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ประชากรลูกผสม Ki48/Ki47 ช่วงที่ 2 ทั้งหมด 160 สายพันธุ์ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาตำแหน่ง Quantitative Trait Locus (QTL) เพื่อหาความสัมพันธ์ลักษณะทางพันธุกรรมและความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ โดยใช้ Simple Sequence Repeats (SSR) Marker จำนวน 100 คู่ บน 10 โครโมโซมของข้าวโพด พบความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่ (Parental Polymorphism) ทั้ง 10 โครโมโซม แต่พบมากที่สุดบนโครโมโซม 5 และ 8 และเมื่อวิเคราะห์ Single QTL analysis ที่โครโมโซม 5 พบเครื่องหมายโมเลกุล UMC1365 และบนโครโมโซม 8 พบเครื่องหมายโมเลกุล UMC1095, UMC1268 และ UMC2356 สามารถจำแนกตำแหน่งยีนต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในประชากรนี้ได้อย่างชัดเจน

Abstract

This study aims to develop a new evaluation technique for Northern Corn Leaf Blight (NCLB) resistance in maize under greenhouse condition. Ki48/Ki47 F_2 (160 lines) and 2 commercial varieties (Hi-Brix3 and Insee2) were evaluated. For this technique, 10-14 day old seedlings (4-5 leaves) were sprayed with ACIL1 spore suspension (10^4 spores/ml.) for infection. The results of this technique correlated with the results from the common technique under field condition, which used 21-25 days old seedlings (6-7 leaves) (correlation value = 0.658).

This evaluation technique was used to assist in QTL mapping of NCLB resistance. Population of Ki48/Ki47 F_2 (160 lines) were analyzed for QTL mapping by using Simple Sequence Repeats (SSR) markers. It was found that major parental polymorphism located on chromosome 5 and chromosome 8. When Single QTL analysis was performed, SSR marker UMC1365 could clearly identified qualitative trait loci on chromosome 5 and SSR markers UMC1095, UMC1268 and UMC2356 could clearly identified qualitative trait loci on chromosome 8.

คำสำคัญ : โมเลกุลเครื่องหมาย ตำแหน่งยีนต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ เชื้อรา ข้าวโพด

Keywords : Molecular Marker, Resistance Genes for Northern Corn Leaf Blight, *Exserohilum turcicum*, Maize

*ผู้พิมพ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ Pattamasirithunya@yahoo.com, โทร.08 1484 7661, 08 0791 1012

1. บทนำ

ข้าวโพด (*Zea mays* Linn.) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย ความต้องการใช้ข้าวโพดเพื่ออุตสาหกรรมมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2551 โดยมีพื้นที่ปลูกกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคประมาณ 5.9 ล้านไร่ (สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร, 2553) การบริโภคและอุตสาหกรรมข้าวโพดภายในประเทศได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา และมีแนวโน้มที่จะขยายตัวเพิ่มขึ้นอีก (โชคชัย และเกตุอร, 2556) ในปีเพาะปลูก 2553/54 ปริมาณความต้องการข้าวโพดขยายขึ้นถึงปีละ 4.1 ล้านตัน ขณะที่ผลผลิตภายในประเทศเฉลี่ย 4.2 ล้านตัน จากพื้นที่ปลูก 7.8 ล้านไร่ มีการนำเข้า 0.1 ล้านตัน และส่งออกเพียง 0.2 ล้านตัน จากข้อมูลสำนักเศรษฐกิจการเกษตร (2555) ในปัจจุบันปริมาณผลผลิตข้าวโพดลดลง สาเหตุอาจเนื่องมาจากสภาพเครียดต่างๆ และการเข้าทำลายของโรคศัตรูหลายชนิดทั้งที่เกิดจากเชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส และแมลง โรคข้าวโพดที่สำคัญ ส่งผลกระทบต่อการผลิต และเศรษฐกิจ คือ โรคใบไหม้แผลใหญ่ (Northern Corn Leaf Blight: NCLB) ที่เกิดจากเชื้อรา *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs ทำให้ผลผลิตลดลงถึงร้อยละ 30 - 40 ซึ่งขึ้นอยู่กับความรุนแรงของเชื้อและระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด การป้องกันกำจัดโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการใช้พันธุ์ต้านทานต่อโรคสามารถลดความเสียหายจากการทำลายของโรค (เบญจพรหม และคณะ, 2546) การปลูกถ่ายเชื้อ (Inoculation) เป็นขั้นตอนสำคัญเพื่อศึกษาความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ของข้าวโพดได้อย่างรวดเร็ว และเป็นขั้นตอนสำคัญของการศึกษาของโรคใบไหม้แผลใหญ่ในหลายๆ ด้าน เช่น การทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคพืช การทดสอบและการคัดเลือกพืชต้านทานโรค การหาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อสาเหตุและพืชอาศัย เป็นต้น

ปัจจุบันเครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA marker) หรือโมเลกุลเครื่องหมาย (molecular marker) ได้เข้ามามีบทบาทในงานด้าน พันธุศาสตร์ และการปรับปรุงพันธุ์พืชอย่างมาก การใช้โมเลกุลเครื่องหมายช่วยในการบ่งชี้ความแตกต่างของสายพันธุ์พืช (varietal identification) ได้เข้ามาช่วยให้การจำแนกความแตกต่างของสายพันธุ์ มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น (สุริพร, 2546) นอกจากนั้น โมเลกุลเครื่องหมายยังใช้ในการประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (genetic diversity) (Mondini *et al.*, 2009) การประยุกต์ใช้โมเลกุลเครื่องหมายในงานปรับปรุงพันธุ์ส่วนใหญ่มีจุดประสงค์เพื่อการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะดีตามที่ต้องการ ซึ่งเป็นวิธีการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการคัดเลือกจากฟีโนไทป์ เนื่องจากการคัดเลือกจากจีโนไทป์โดยตรง (สุริพร, 2546) โมเลกุลเครื่องหมายสามารถตรวจสอบได้ในทุกระยะการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต จึงมีส่วนช่วยประหยัดเวลา ลดแรงงาน ลดต้นทุน และพื้นที่ในการเพาะปลูกได้ ดังนั้น งานปรับปรุงพันธุ์พืชซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญในการสร้างพืชสายพันธุ์ใหม่ (สรพงศ์, 2554) เพื่อให้ได้ข้าวโพดสายพันธุ์ดีจะโดยการเพิ่มผลผลิต เพิ่มคุณภาพ หรือเพิ่มความต้านทานโรคแมลงนั้น ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพ ด้านพันธุศาสตร์โมเลกุล การนำข้อมูลพื้นฐานและเทคโนโลยีด้านโมเลกุลเครื่องหมายมาใช้ในการจำแนกความต้านทานและอ่อนแอต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ของข้าวโพดจึงเป็นแนวทางในการแก้ไขอุปสรรคต่างๆ ของนักปรับปรุงพันธุ์ อีกทั้งยังใช้พันธุกรรมข้าวโพดที่มียืนความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป (Yao *et al.*, 2008)

2. วิธีการทดลอง

ประชากรข้าวโพด

สร้างประชากรข้าวโพดลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) ที่ได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์ K48 (ต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่) และสายพันธุ์ K47 (อ่อนแอต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่) ทำการปลูกเพื่อประเมินความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่จำนวน 160 สายพันธุ์ ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ลำปาง โดยใช้พันธุ์มาตรฐานอ่อนแอ (พันธุ์ Hi-brix3) และพันธุ์มาตรฐานต้านทาน (อินทรี2) และใช้ในการศึกษาการจำแนกตำแหน่งยีนต้านทานด้วยโมเลกุลเครื่องหมาย Simple Sequence Repeats (SSR)

การปลูกถ่ายเชื้อ *E. turcicum*

การปลูกถ่ายเชื้อและการประเมินความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ ดำเนินการทดสอบ 2 สภาพ คือ สภาพโรงเรือน และ สภาพแปลงทดลอง โดยปลูกถ่ายเชื้อโฮเลทจากภาคเหนือ ACIL1 แหล่งที่มาของเชื้อจาก รศ.ดร.ประสพพร สมิตะมาน ทำการฉีดพ่น spore suspension ความเข้มข้น 10^4 สปอร์/มิลลิลิตร

การประเมินระดับอาการเกิดโรค

ให้คะแนนต้นที่ได้รับการปลูกถ่ายเชื้อโดยให้คะแนนตามหลักเกณฑ์ดังนี้ ดัดแปลงจาก Lipps et al., 1997

ความต้านทาน	ระดับคะแนน	อาการเกิดโรค
R	0	0 % ของพื้นที่ใบรวม ไม่พบอาการเกิดโรค
R	1	1 - 20 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรคบางใบ
MR	2	21 - 40 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรคกระจาย
MS	3	41 - 60 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรคเกือบทุกใบ
S	4	61 - 80 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรคทั่วทั้งต้น
S	5	81 - 100 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรครุนแรงทั่วทั้งต้น

การแยกเชื้อ *E. turcicum*

การแยกเชื้อ *E. turcicum* ให้ได้เชื้อบริสุทธิ์โดยการแยกสปอร์เดี่ยว (Single spore isolation) และการเลี้ยงเซลล์ปลายเส้นใย (Hyphal tip culture) จากนั้นทำการขยายเชื้อรา *E. turcicum* อาหาร V-8 juice agar ควบคุมอุณหภูมิในการเลี้ยงเชื้อราที่ 27 - 28 องศาเซลเซียส เป็นการเพิ่มปริมาณเชื้อที่บริสุทธิ์แล้วให้มีปริมาณมาก เพื่อให้เพียงพอต่อการปลูกถ่ายเชื้อ

การเตรียมโรงเรือนและแปลงทดลอง เพื่อเป็นสถานที่ในการปลูกถ่ายเชื้อ

- การเตรียมโรงเรือน โดยการมุงตาข่ายพรางแสงประมาณร้อยละ 50 และติดตั้งสปริงเกอร์ด้านบนของโรงเรือน เพื่อเป็นการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน
- การเตรียมแปลงทดสอบ โดยการไถด้วยผ่าน 7 จำนวน 1 ครั้ง และไถพรวนให้ดินละเอียดอีก 1 ครั้ง ระยะปลูกระหว่างแถว 75 เซนติเมตร และระหว่างต้น 25 เซนติเมตร
- ตักกล้าข้าวโพด อายุ 10-14 วัน (4 - 5 ใบ) เพื่อการปลูกถ่ายเชื้อโรคโรคใบไหม้แผลใหญ่ ในสภาพโรงเรือน
- ตักกล้าข้าวโพด อายุ 21 - 25 วัน (6 - 7 ใบ) เพื่อการปลูกถ่ายเชื้อโรคโรคใบไหม้แผลใหญ่ ในสภาพแปลงทดลอง

การปลูกถ่ายเชื้อรา *E. turcicum* ลงบนต้นข้าวโพด ในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงทดลอง ใช้การฉีดพ่น spore suspension ให้ตกบนใบและต้นข้าวโพด ความเข้มข้น 10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตร

การประเมินระดับอาการเกิดโรคโรคใบไหม้แผลใหญ่ ในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงทดลอง หลังจากการปลูกถ่ายเชื้อโรคลงบนข้าวโพด ประมาณ 7 และ 10 วัน เริ่มบันทึกอาการของโรคหลังจากการปลูกถ่าย (การปลูกถ่ายเชื้อใน

สภาพแปลงทดลองจะอ่านผลอยู่ 2 ระยะ คือ อายุ 21 - 25 วัน (6 - 7 ใบ) และหลังข้าวโพดผสมประมาณ 20 วัน (อายุ 90 - 95 วัน) เกณฑ์การประเมินระดับอาการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ให้คะแนนตามหลักเกณฑ์ Lipps *et al.*, 1997 ในข้างต้น

การใช้โมเลกุลเครื่องหมาย จำแนกตำแหน่งยีน QTL ของความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่

- วิเคราะห์เครื่องหมาย Simple Sequence Repeats (SSR) ในประชากร F_2 เลือกเครื่องหมาย SSR จากแผนที่พันธุกรรมที่รายงานไว้ โดยใช้เครื่องหมายจำนวน 100 เครื่องหมาย ในสายพันธุ์ Ki48 และสายพันธุ์ Ki47 ที่กระจายครอบคลุมบนทั้ง 10 โครโมโซมของข้าวโพด

- วิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ ระหว่างลักษณะทางพันธุกรรม (genotype) และความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ (phenotype) เพื่อระบุเครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้ยีนต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ วิเคราะห์ QTL analysis ประชากรข้าวโพดคู่ผสม

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ในการสร้างประชากรข้าวโพดชั่วที่ 2 เริ่มจากปลูกสายพันธุ์แม่ (Ki48) และสายพันธุ์พ่อ (Ki47) ทำการผสมข้าม (Crossing) เมื่อได้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ทำการปลูกและผสมตัวเอง (self-pollinated) ได้ประชากรลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) จำนวนทั้งหมด 160 สายพันธุ์

- การปลูกถ่าย (Inoculation) เชื้อรา *E. turcicum* ลงบนต้นกล้าข้าวโพดสายพันธุ์แท้ และการอ่านผล หลังจากการปลูกถ่ายเชื้อ ในสภาพโรงเรือน และสภาพแปลงทดลอง พบว่าข้าวโพดสายพันธุ์ Ki48 ให้ค่าความต้านทาน 1.3 และ 1.4 ระดับความต้านทานปานกลาง (moderate resistance) ในสภาพโรงเรือน และค่าความต้านทาน 1.0 และ 0.8 ระดับความต้านทาน (resistance) ในสภาพแปลงทดลอง ข้าวโพดสายพันธุ์ Ki47 ให้ค่าความต้านทาน 1.8 และ 3.4 ระดับความต้านทานอ่อนแอ (susceptible) ในสภาพโรงเรือน และค่าความต้านทาน 2.2 และ 1.6 ระดับความต้านทานอ่อนแอปานกลาง (moderate susceptible) ในสภาพแปลงทดลอง เปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐานการค้า 2 พันธุ์ คือไฮบริกซ์3 ซึ่งมีระดับความอ่อนแอต่อโรค และอินทรี2 ซึ่งมีระดับความต้านทานต่อโรค และเมื่อนำค่าของทั้งสองสภาพมาหาค่าความสัมพันธ์ (Correlation) ได้เท่ากับ 0.993 นั่นคือการประเมินความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ ในข้าวโพดสายพันธุ์แท้ ทั้งในสภาพโรงเรือน และสภาพแปลงทดลอง มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง หรือเป็นไปได้ทางเดียวกันอย่างมาก (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ระดับการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดสายพันธุ์แท้ในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงทดลอง

ลำดับ	สายพันธุ์	สภาพโรงเรือน			สภาพแปลงทดลอง		
		ระดับเกิดโรค ครั้ง 1 เชื้อ H5	ระดับเกิดโรคครั้ง 2 เชื้อ MCC7	ระดับ	ระดับเกิดโรค ครั้ง 1 เชื้อ H5	ระดับเกิดโรคครั้ง 2 เชื้อ MCC7	ระดับ
1	Ki48	1.3	1.4	MR	1.0	0.8	R
2	Ki47	1.8	3.4	S	2.2	1.6	MS
3	Hibrix3	4.8	4.6	S	3.9	4.6	S
4	อินทรี2	0.6	0.5	R	0.3	0.5	R

Correlation = 0.993



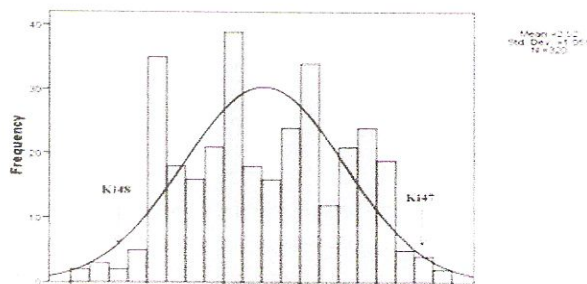
รูปที่ 1 ขั้นตอนการประเมินโรคใบไหม้แผลใหญ่บนต้นข้าวโพดในสภาพโรงเรือน



รูปที่ 2 ขั้นตอนการประเมินโรคใบไหม้แผลใหญ่บนต้นข้าวโพดในสภาพแปลงทดลอง

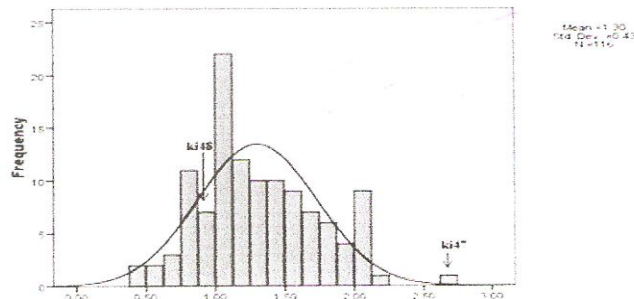
- การปลูกถ่าย (Inoculation) เชื้อรา *E. turcicum* ลงบนต้นข้าวโพดประชากรลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) และการอ่านผลหลังจากการปลูกถ่ายเชื้อ ในสภาพโรงเรือน และสภาพแปลงทดลอง

ระดับความเป็นโรคใบไหม้แผลใหญ่ของข้าวโพด F_2 อยู่ระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่ แสดงให้เห็นว่า ประชากร F_2 ลักษณะการเป็นโรคค่อนข้างผันแปรในเชิงปริมาณและการกระจายระดับความเป็นโรคค่อนข้างปกติ (รูปที่ 3 และ 4) ซึ่งสายพันธุ์พ่อแม่แตกต่างกันอย่างชัดเจนโดยเฉพะอย่างยิ่งในลักษณะความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ จึงทำให้ประชากร F_2 มีการกระจายตัวเป็นลักษณะ normal curve ดังนั้นประชากรกลุ่มนี้มีความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ QTL การกระจายตัวระดับความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ของประชากร F_2 มีการกระจายอย่างต่อเนื่องไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อนำค่าของทั้งสองสภาพมาหาค่าความสัมพันธ์ (Correlation) ได้เท่ากับ 0.658 นั่นคือการประเมินความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพด F_2 ทั้งในสภาพโรงเรือน และสภาพแปลงทดลอง มีความสัมพันธ์กัน หรือเป็นไปในทิศทางเดียวกัน



รูปที่ 3 การกระจายตัวของข้าวโพดลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) (Ki48/Ki47) ในการปลูกถ่ายเชื้อโรคใบไหม้แผลใหญ่ ในสภาพโรงเรือน

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5



รูปที่ 4 การกระจายตัวของข้าวโพดลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) (Ki48/Ki47) ในการปลูกถ่ายเชื้อโรคใบไหม้แผลใหญ่ ในสภาพธรรมชาติ

การใช้เครื่องหมายโมเลกุล (Marker Assisted Selection: MAS) ในการจำแนกความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ (NCLB)

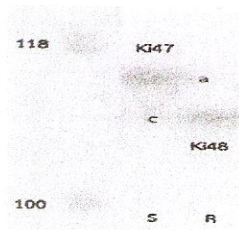
สืบหาเครื่องหมายในการจำแนกความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล จำนวน 169 เครื่องหมาย จากการตรวจเอกสารอ้างอิง พบเครื่องหมายที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในพ่อแม่ จำนวน 149 เครื่องหมาย กระจายตัวทั่วทั้งจีโนม โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนโครโมโซมที่ 5 และโครโมโซมที่ 8 ซึ่งพบ QTL หลายตำแหน่งวางตัวใกล้เคียงกัน (common QTL) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนโมเลกุลเครื่องหมายที่ให้ความต่างระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่

โครโมโซม	จำนวนโมเลกุล เครื่องหมายที่ใช้ ตรวจสอบ	จำนวนโมเลกุล เครื่องหมายที่แสดง polymorphism	จำนวนโมเลกุลเครื่องหมายที่แสดง polymorphism	
			Ki48 และ Ki47	คิดเป็นร้อยละ
1	18	16	10	62.5
2	10	2	1	50.0
3	12	12	8	66.7
4	16	14	8	57.1
5	26	23	12	52.2
6	18	17	12	70.6
7	16	16	9	56.3
8	17	16	10	62.5
9	17	16	12	75.0
10	19	17	14	82.4
รวม	169	149	96	64.4

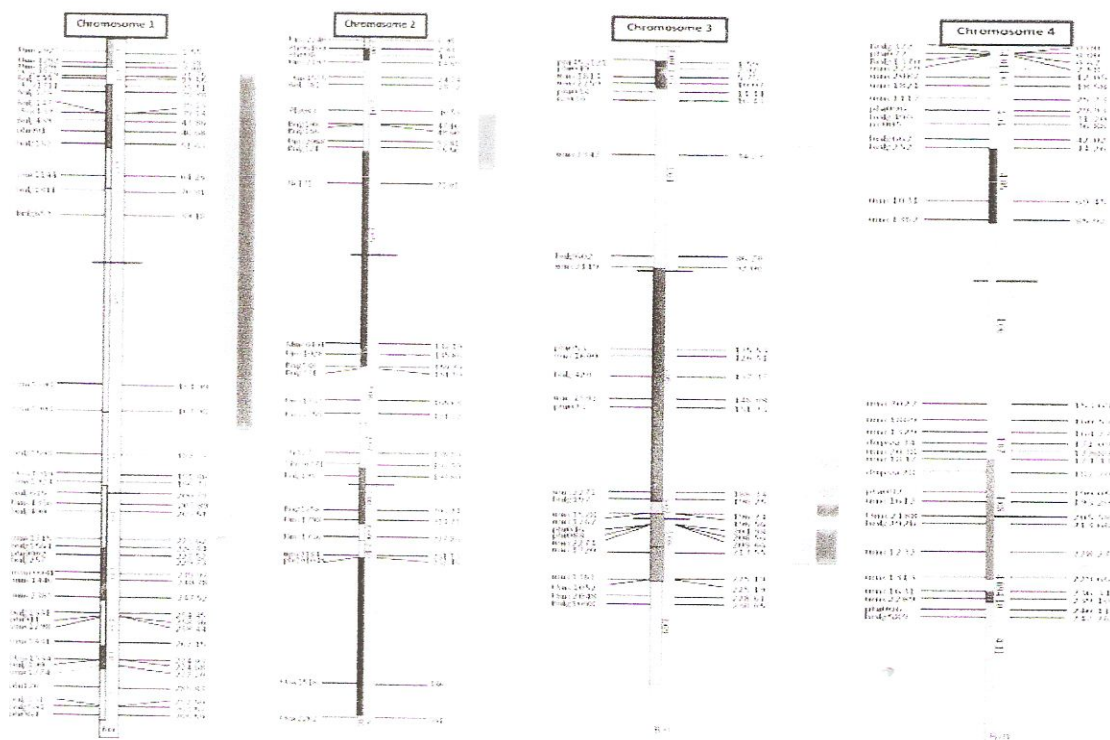
ตารางที่ 3 เครื่องหมายที่แสดงความแตกต่างของอัลลีลระหว่างกลุ่มข้าวโพดสายพันธุ์ต้านทานและกลุ่มสายพันธุ์อ่อนแอ

Marker	Chromosome	Position (Mb)	Susceptible	Resistance	Size (bp)
			Ki47	Ki48	
UMC1365	5	6.433	a	c	100-110



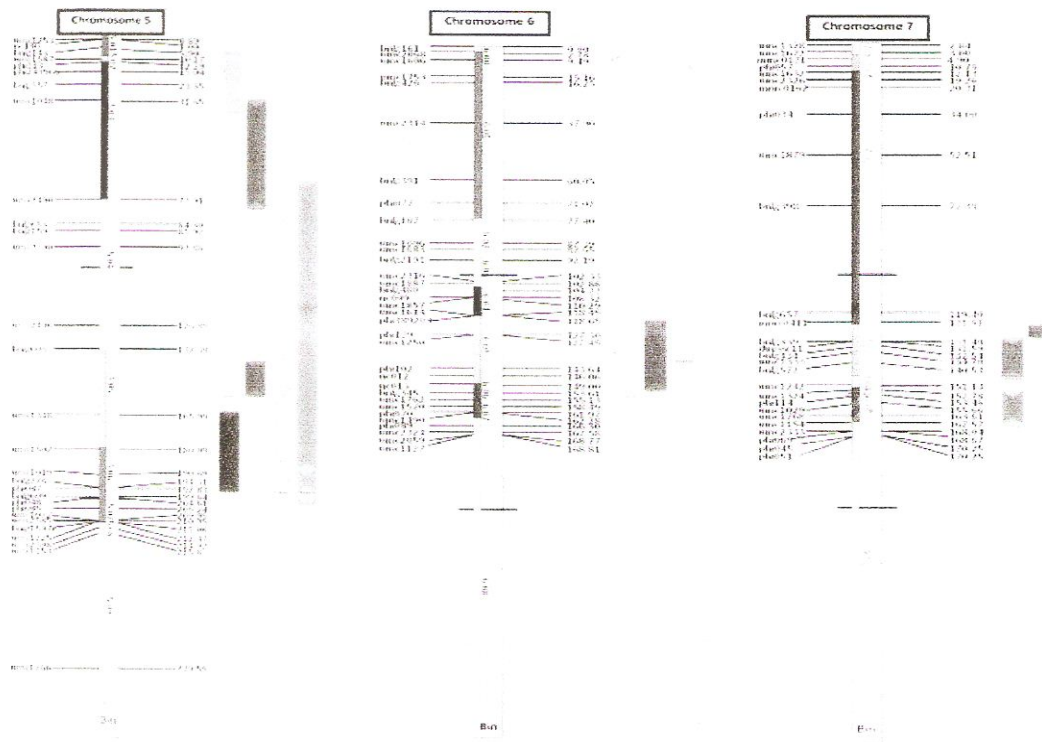
รูปที่ 5 UMC1365 (Chromosome 5)

จากนั้น สืบหาเครื่องหมายในการจำแนกความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในสายพันธุ์พ่อแม่ โดยการคัดเลือกใช้เครื่องหมายโมเลกุล จำนวน 100 เครื่องหมาย จากการจำแนกความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ (ตารางที่ 3) จำนวนทั้งสิ้น 56 ตำแหน่งกระจายตัวทั่วทั้งจีโนม (รูปที่ 6) โดยมีเครื่องหมายที่สามารถจำแนกสายพันธุ์พ่อแม่ คือ UMC1365 บนโครโมโซมที่ 5 ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับลักษณะต้านทานโรค ร่วมกับการทดสอบลักษณะความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ ในสภาพเรือนทดลอง และในสภาพแปลงทดลอง

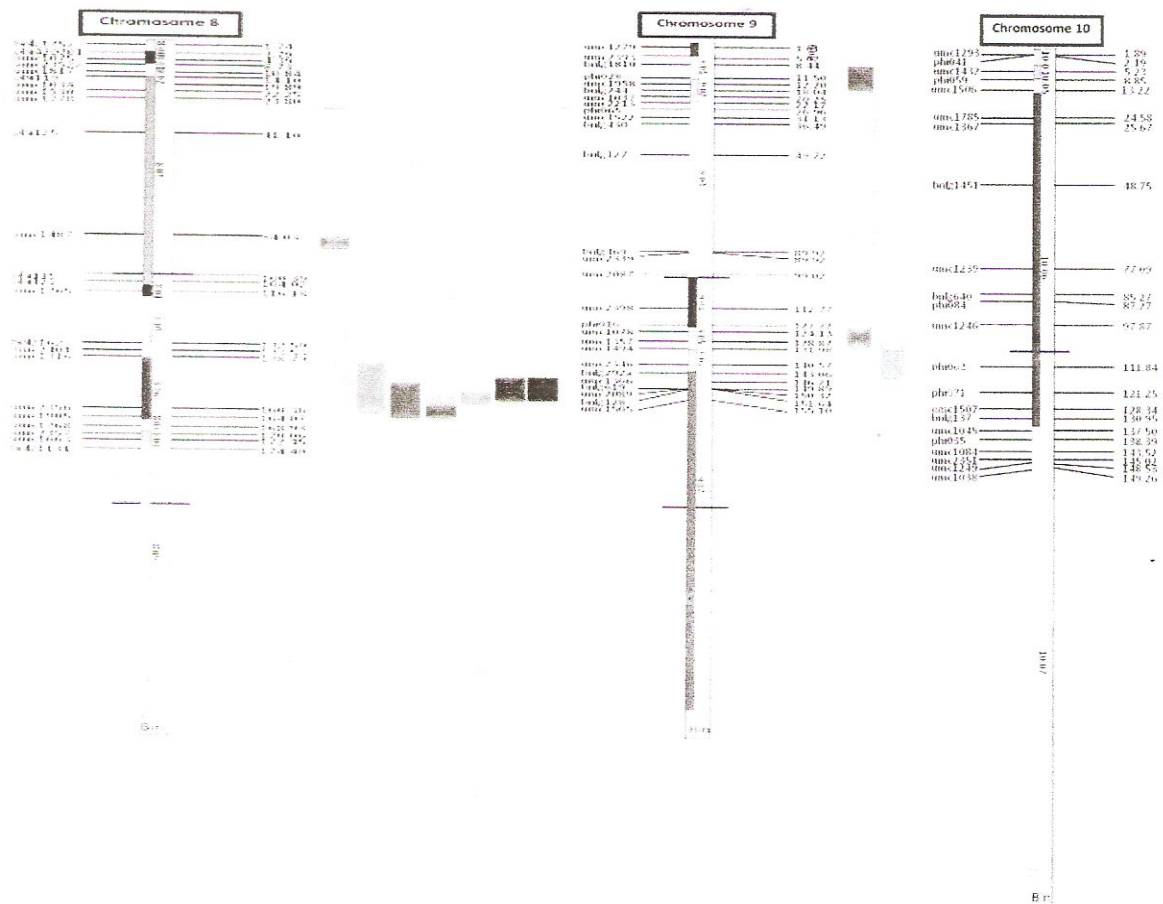


รูปที่ 6 แสดงตำแหน่งของ QTL ที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดที่เคยได้รับรายงานไว้แล้ว (ตำแหน่งของเครื่องหมายโมเลกุลอ้างอิงจาก www.maizegdb.org)

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5



รูปที่ 6 (ต่อ) แสดงตำแหน่งของ QTL ที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดที่เคยได้รับรายงานไว้แล้ว (ตำแหน่งของเครื่องหมายโมเลกุลอ้างอิงจาก www.maizegdb.org)



รูปที่ 6 (ต่อ) แสดงตำแหน่งของ QTL ที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดที่เคยได้รับรายงานไว้แล้ว (ตำแหน่งของเครื่องหมายโมเลกุลอ้างอิงจาก www.maizegdb.org)

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

Population No	Cross	Generation	References	
Population 1.1	B52 x Mo17	150 F _{2:1}	Freymark et al. 1994	Population 1.1
Population 1.2	B52 x Mo17	150 F _{2:1}	Freymark et al. 1994	Population 1.2
Population 1.3	B52 x Mo17	150 F _{2:1}	Freymark et al. 1994	Population 1.3
Population 2	D32 x D145	220 F ₃	Wolz et al. 1999	Population 2
Population 3	LT31a x W6876	157 F _{2:1}	Brown et al. 2001	Population 3
Population 4	B52 x Mo17	150 F _{2:1}	Wolz and Geiger. 2000	Population 4
Population 5	Lo951 x CML202	194 F ₃	Wolz and Geiger. 2000	Population 5
Population 6	D32 x D145	220 F ₃	Wolz and Geiger. 2000	Population 6
Population 7	S11 x DK888	53 F ₃	Chung et al. 2010	Population 7
Population 8.1	S11 x DK888	96 F ₃	Chung et al. 2010	Population 8.1
Population 8.2				Population 8.2
Population 9.1	S11 x DK888	12 F ₃	Chung et al. 2010	Population 9.1
Population 9.2				Population 9.2

รูปที่ 6 แสดงตำแหน่งของ QTL ที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดที่เคยได้รับรายงานไว้แล้ว
(ตำแหน่งของเครื่องหมายโมเลกุลอ้างอิงจาก www.maizegdb.org) (ต่อ)

ผลของการวิเคราะห์ QTL แบบ single-marker analysis ในประชากรข้าวโพดลูกผสมชั่วที่ 2 (F₂) (Ki48 / Ki47) จำนวน 160 สายพันธุ์ พบว่ามี 4 เครื่องหมาย บนโครโมโซม 5 และ 8 (ตารางที่ 4 และรูปที่ 7) อธิบายลักษณะความแตกต่างของความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดลูกผสมชั่วที่ 2 ได้แก่เครื่องหมาย UMC1365 ขนาด 100-110 bp บนโครโมโซมที่ 5 และเครื่องหมาย UMC1095, UMC1268 และ UMC2356 ขนาด 68-150 bp บนโครโมโซม 8 ที่สามารถจำแนกแถบแบนความแตกต่างของสายพันธุ์ที่ต้านทานและอ่อนแอได้ชัดเจนมากที่สุดในประชากรจำนวน 160 สายพันธุ์

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์เครื่องหมายพันธุกรรมในประชากรข้าวโพดลูกผสมชั่วที่ 2 (F₂) (Ki48 / Ki47) จำนวน 160 สายพันธุ์

Trait	Chromosome	Marker	R ²	Allele		
				Ki48	Heterosis	Ki47
DLA7	8	UMC2356	3.85	13.8	15.5	18.7
	8	UMC1095	4.62	13.5 ^a	15.8 ^{ab}	19.7 ^b
	8	UMC1268	3.61	14.6 ^a	14.7 ^a	20.1 ^b
DLA10	5	UMC1365	3.51	13.6 ^a	21.5 ^b	24.1 ^b
DS7	5	UMC1365	2.49	1.6	2.0	2.0
	8	UMC2356	4.58	1.6 ^a	1.8 ^{ab}	2.1 ^b
	8	UMC1095	4.85	1.6 ^a	1.9 ^{ab}	2.2 ^b
DS10	8	UMC1268	3.43	1.7 ^a	1.8 ^a	2.2 ^b
	5	UMC1365	3.08	1.7 ^a	2.1 ^b	2.1 ^b
	8	UMC1268	2.86	1.7 ^a	2.1 ^b	2.1 ^b

Trait: DLA; percentage of disease leaf area: DLA7: DLA10

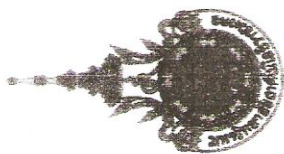
DS; disease score (lesion type) 7 and 10 days after inoculating respectively

5. กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) รวมทั้งขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ประสาทพร สมิตะมาน ดร.สรเสริญ จำปาทอง และ ดร. อธิยุทธ ตูจินดา ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ อนุเคราะห์เชื้อสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในงานวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- โชคชัย เอกทัศนาวรรณ, เกตุอร ทองเครือ. 2556. การปลูกข้าวโพด. ศูนย์วิจัยข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กองเกษตรสัมพันธ์ [on-line]. Available: http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb_gra/can2.pdf. 20 มกราคม 2556.
- เบญจพรรณ เอกะสิงห์, พฤกษ์ ยิบมันตะศิริ กุศล, ทองงาม และพิเชษฐ์ กรุดลอยมา. 2546. วิธีและผลการจัดลำดับความสำคัญงานวิจัยข้าวโพดในประเทศไทย. วารสารเศรษฐศาสตร์การเกษตร ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. น. 49-63
- สรพงศ์ เบญจศรี. 2554. เครื่องหมายโมเลกุลสำหรับการปรับปรุงพันธุ์พืช. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. น. 39:350-363.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการส่งออก (Export) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกราย [on-line]. Available: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php วันที่ 19 เมษายน 2556 สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร. 2553. สรุปสถานการณ์สินค้าเกษตรเดือนพฤศจิกายน และ แนวโน้มเดือนธันวาคม 2553. 10 น.
- สุรีพร เกตุงาม. 2546. เครื่องหมายดีเอ็นเอในงานปรับปรุงพันธุ์พืช. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. น. 5:37-59.
- Lipps, P.E., R.C. Pratt and J.J. Hakiza. 1997. Interaction of Ht and partial resistance to *Exserohilum turcicum* in maize. Plant Dis. 81:277-282.
- Mondini, L., A. Noorani, and M.A. Pagnotta. 2009. Assessing plant genetic diversity by molecular tools. Diversity. 1:19-35.
- Yao Qi-Lun, Fang Ping, Kang Ke-Cheng and Pan Guang-Tang. 2008. Genetic diversity based on SSR markers in maize (*Zea mays* L.) landraces from Wuling mountain region in China. Vol. 87. 287-291.



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ขอขอบเกียรติบัตรนี้เพื่อแสดงว่า

กัญญณ์ช ศิริปัญญา และ พิมพ์พรณ เมืองมา

ได้รับรางวัลดีเด่น ผลงานวิชาการ ภาคบรรยาย สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง เทคนิคการประเมินความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ และการจำแนกตำแหน่งยีนด้านทาน
ด้วยโมเลกุลเครื่องหมายในข้าวโพด

ใบมอบเกียรติบัตรนี้มอบให้แก่นายกฤษณ์ อดิสรณกุล ครั้งที่ 5

15-16 กรกฎาคม 2556

ณ ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ แอท เซ็นทรัลเวิลด์ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

(รองศาสตราจารย์ดวงสุดา เตโชศิริส)

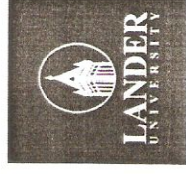
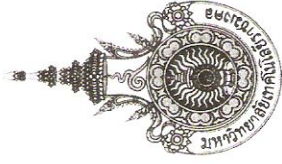
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

RMUTCON

Rajamangala University of Technology
Bangkok Thailand 2013



RMUTCON
Rajamangala University of Technology
Bangkok Thailand 2013



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ขอขอบเกียรติบัตรนี้เพื่อแสดงว่า

พิมพ์พรรณ เมืองมา

กัญญณัฐ ศิริธัญญา

ได้นำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์

เทคนิคการประเมินความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่และการจำแนกตำแหน่งยีน
ด้านทานด้วยโมเลกุลเครื่องหมายในข้าวโพด

การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

ระหว่างวันที่ 15 - 16 กรกฎาคม 2556

ณ ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

(รองศาสตราจารย์สุดา เตโชติรส)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ด่วนที่สุด



ที่ กษ ๑๐๐๙/ ๕๖๑๖

กรมส่งเสริมการเกษตร
ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กท ๑๐๙๐๐

๑๐ พฤษภาคม ๒๕๕๖

เรื่อง การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ ๓๖

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กำหนดการประชุมวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. แบบตอบรับการเข้าร่วมประชุมวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยกรมส่งเสริมการเกษตรจะดำเนินการจัดประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ ๓๖ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอผลการวิจัยข้าวโพดข้าวฟ่าง และอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ ที่ได้ผลดีแล้ว รวมทั้งงานวิจัยที่กำลังก้าวหน้า การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านวิชาการ การส่งเสริมการตลาด และการใช้ประโยชน์ กำหนดการจัดประชุมวิชาการระหว่างวันที่ ๕ - ๗ มิถุนายน ๒๕๕๖ ณ โรงแรมอัสสิรธรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย ตามกำหนดการที่แนบมาพร้อมนี้

กรมส่งเสริมการเกษตร ขอเรียนเชิญ นางสาวพิมพ์พรรณ เมืองมา ผู้ช่วยนักวิจัย สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตรลำปาง เข้าร่วมการประชุม และนำเสนอผลงานทางวิชาการ ตามวันและสถานที่ดังกล่าว ทั้งนี้ กรมส่งเสริมการเกษตร ได้จัดอาหาร อาหารว่างและเครื่องดื่ม ให้ผู้ประชุม ตั้งแต่วันที่ ๕ - ๗ มิถุนายน ๒๕๕๖

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา ผลเป็นประการใดโปรดแจ้งให้กรมส่งเสริมการเกษตรทราบ ภายในวันที่ ๑๕ พฤษภาคม ๒๕๕๖ ด้วย จะขอบคุณมาก

ขอแสดงความนับถือ

(นายพรชัย พิระบุต)

ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี
ปฏิบัติราชการแทนอธิบดีกรมส่งเสริมการเกษตร

สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี
โทร/โทรสาร ๐-๒๙๔๐-๖๐๔๓
E-mail : agritech61@doae.go.th



การประชุมวิชาการ
ข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ
ครั้งที่ ๓๖

PROCEEDINGS
The Thirty-Sixth National Corn and Sorghum
Research Conference



๕-๗ มิถุนายน ๒๕๕๖
ณ โรงแรมอัครา จันทน์นงคาบ

การใช้โมเลกุลเครื่องหมายจำแนกตำแหน่งยีนต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ที่เกิดจาก
เชื้อรา *Exserohilum turcicum* ในข้าวโพด

Identification of Resistance Genes for Northern Corn Leaf Blight Caused by
Exserohilum turcicum in Maize by Molecular Marker

พิมพ์พรรณ เมืองมา¹ กาญจนา ปัญญาแวว² กัญญณัฐ ศิริธัญญา¹

Pimpan Mueangma¹, Kanjana Panyawaew², and Kanyanut Sirithunya¹

บทคัดย่อ

การแพร่ระบาดของโรคที่สำคัญทางเศรษฐกิจโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคใบไหม้แผลใหญ่ (NCLB) ทำให้ผลผลิตข้าวโพดลดต่ำลงอย่างมากในแต่ละปี เป็นผลให้ประเทศชาติต้องเสียรายได้ปีละหลายร้อยล้านบาท การป้องกันความเสียหายที่ดีที่สุดคือการใช้ข้าวโพดสายพันธุ์ต้านทาน การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดต้านทานโรคเกิดประโยชน์ในระยะยาวคือการลดการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคให้น้อยลงทำให้ประหยัดต้นทุนให้กับเกษตรกรและเป็นการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมอีกด้วย การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เทคโนโลยี marker-assisted selection (MAS) ระบุมอเลกุลเครื่องหมายที่เกี่ยวข้องกับยีนต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพด ด้วยวิธี Quantitative Trait Locus (QTL) Mapping ในประชากร F3 ซึ่งได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ Ki48 และ Ki34 ที่มีความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ กับสายพันธุ์แท้ Ki47 และ Ki15 ที่มีความอ่อนแอต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ โดยใช้ Simple Sequence Repeats (SSR) Marker จำนวน 100 คู่ ตรวจสอบความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอ (Polymorphism) ระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่ และประชากร F3 เพื่อหาความสัมพันธ์ลักษณะทางพันธุกรรมและความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ พบว่า จากการตรวจสอบ Polymorphism ระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่ มียีนความต้านทานโรคกระจายตัวทั่วทั้งจีโนม โดยกระจายอย่างหนาแน่นบนโครโมโซมที่ 3, 5 และ 8 ซึ่งพบ QTL หลายตำแหน่งวางตัวใกล้เคียงกัน (common QTL) ได้แก่ UMC1365, UMC1019 และ UMC1524 ที่มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่

คำสำคัญ: โรคใบไหม้แผลใหญ่ (NCLB) ข้าวโพด โมเลกุลเครื่องหมาย ยีนต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่
Quantitative Trait Locus (QTL) Mapping Simple Sequence Repeats (SSR) Marker

¹สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

²หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน

ABSTRACT

The spread of major diseases of economic injury, especially Northern Corn Leaf Blight (NCLB), maize yields declined significantly each year. As a result, the country must pay annual revenue of several hundred million Baht. The best protection is to use resistant varieties of corn. Development of resistant strains of maize in a long-term benefit is to reduce the use of chemicals to control the disease and lower the cost to farmers and to the environment as well. The research aims to use technology Marker-assisted selection (MAS) to identify molecular markers associated with genetic resistance to NCLB lesions in Corn by Quantitative Trait Locus (QTL) Mapping in Population F3 derived from the cross between inbred lines Ki48 and Ki34 NCLB resistance, Ki47 and Ki15 with inbred lines that NCLB susceptible are using Simple Sequence Repeats (SSR) Marker Number 100 pairs determine the differences in the DNA, between the parents and F3 populations to find genes associated with NCLB resistance and found that most of the audit Polymorphism between the parents, disease resistance genes spread throughout the genome. The density distribution on chromosomes 3, 5 and 8 which showed multiple QTL position similar places (common QTL) were UMC1365, UMC1019 and UMC1524 that is associated with NCLB resistance is characteristic.

คำนำ

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย มีการปลูกมานานกว่า 40 ปี ความต้องการใช้ข้าวโพดเพื่ออุตสาหกรรมมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2551 โดยมีพื้นที่ปลูกกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคประมาณ 6.69 ล้านไร่ (สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร, 2553) การบริโภคและอุตสาหกรรมภายในประเทศได้ขยายตัวอย่างรวดเร็วในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา และมีแนวโน้มที่จะขยายตัวเพิ่มขึ้นอีก (โชคชัย และเกตุอร, ม.ป.ป.) การสำรวจความต้องการข้าวโพดประมาณปีละ 18,000 ตันต่อปี แต่ในปัจจุบันปริมาณผลผลิตข้าวโพดลดลง สาเหตุอาจเนื่องมาจากสภาพเครียดต่างๆ และการเข้าทำลายของโรคศัตรูหลายชนิดทั้งที่เกิดจาเชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส และแมลง โรคข้าวโพดที่สำคัญส่งผลกระทบต่อการผลิต และเศรษฐกิจ คือ โรคใบไหม้แผลใหญ่ (Northern Corn Leaf Blight: NCLB) ที่เกิดจากเชื้อรา *Exserohilum turcicum* ทำให้ผลผลิตลดลงถึง 30-40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความรุนแรงของเชื้อและระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด การป้องกันกำจัดโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการใช้พันธุ์ต้านทานต่อโรค สามารถลดความเสียหายจากการทำลายของโรค (เบญจพรรณ และคณะ, 2546) ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเพื่อให้ได้ข้าวโพดพันธุ์ดีจะโดยการเพิ่มผลผลิต เพิ่มคุณภาพ หรือเพิ่มความต้านทานโรคแมลงนั้น อาศัยวิธีการปรับปรุงพันธุ์ ผสมคัดเลือก และทดสอบพันธุ์ที่เหมาะสม ในการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีการดังกล่าวใช้ระยะเวลานาน และประสิทธิภาพไม่

สูงนัก โดยเฉพาะกับลักษณะที่มียืนเกี่ยวข้องจำนวนมาก หรือลักษณะทางปริมาณ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพ ด้านพันธุศาสตร์โมเลกุล การนำข้อมูลพื้นฐานและเทคโนโลยีด้านโมเลกุลเครื่องหมายมาใช้ในการจำแนกความต้านทานและอ่อนแอต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ของข้าวโพดจึงเป็นแนวทางในการแก้ไขอุปสรรคต่างๆ ของนักปรับปรุงพันธุ์ อีกทั้งยังใช้พันธุกรรมข้าวโพดที่มียืนความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป (Yao et al., 2008)

วิธีการวิจัย

1. การคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้ในการสร้างประชากรข้าวโพด

1.1 การรวบรวมสายพันธุ์แท้ เพื่อใช้ในการสร้างประชากรข้าวโพด ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์ข้าวโพดสายพันธุ์แท้จาก 3 หน่วยงาน จำนวน 72 สายพันธุ์

1.2 การทดสอบความเป็นโรคใบไหม้แผลใหญ่ระยะต้นกล้า (Seeding) โดยการปลูกถ่ายเชื้อ *Exserohilum turcicum* ในข้าวโพดอายุ 14 วัน (4-5 ใบ)

1.3 การประเมินระดับอาการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ หลังจากการปลูกถ่ายเชื้อประมาณ 7 วัน ให้คะแนนต้นที่ได้รับการปลูกถ่ายเชื้อโดยให้คะแนนตามหลักเกณฑ์ ดัดแปลงจาก Lipps et al., 1997 ดังนี้

- | | |
|---|---|
| 0 | ไม่มีการแสดงอาการของโรคเลย |
| 1 | แสดงอาการโรค <20 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรคบางใบ |
| 2 | แสดงอาการโรค 20-40 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรคกระจาย |
| 3 | แสดงอาการโรค 40-60 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรคเกือบทุกใบ |
| 4 | แสดงอาการโรค 60-80 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรคทั่วทั้งต้น |
| 5 | แสดงอาการโรค 80-100 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรครุนแรงทั่วทั้งต้น |

1.4 การคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้ในการสร้างประชากรข้าวโพด จากการประเมินระดับอาการเกิดโรค ทำการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่และอ่อนแอต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่จำนวน 16 สายพันธุ์ (8 คู่ผสม)

1.5 การสร้างประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 (F1) จากพ่อแม่ที่ทำการคัดเลือกที่มีความต้านทานและอ่อนแอต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ และประกอบกับการบันทึกลักษณะ Phenotype ของประชากรนั้นๆ ประชากร F1 ถูกนำมาผสมตัวเอง เพื่อพัฒนาเป็นลูกผสมชั่วที่ 2 (F2) ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการประเมินลักษณะความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ เพื่อดูลักษณะการ

2. การปลูกถ่ายเชื้อ *Exserohilum turcicum*

2.1 การรวบรวมเชื้อ *Exserohilum turcicum* รวบรวมจากพื้นที่ปลูกข้าวโพดบางแห่งในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการเก็บตัวอย่างใบข้าวโพดที่ติดเชื้อ แยกเชื้อให้บริสุทธิ์โดยทำการแยกโคโลนีเดี่ยว และได้รับความอนุเคราะห์เชื้อรา *Exserohilum turcicum* สาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพด จาก รศ.ดร.ประสพพร สมิตะมาน

2.2 การแยกเชื้อ *E. turcicum* ให้ได้เชื้อบริสุทธิ์โดยแยกเชื้อให้บริสุทธิ์โดยใช้เทคนิคการแยกเชื้อราบบริสุทธิ์โดยการแยกสปอร์เดี่ยว (Single spore isolation) และการเลี้ยงเซลล์ปลายเส้นใย (Hyphal tip culture)

2.3 การขยายเชื้อ โดยการเลี้ยงเชื้อบนอาหารวุ้น V8 เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณเชื้อที่บริสุทธิ์แล้วให้มีปริมาณมากเพียงพอต่อการปลูกถ่ายเชื้อต่อไป

2.4 การปลูกถ่ายเชื้อ

2.4.1 การปลูกถ่าย (Inoculation) เชื้อรา *Exserohilum turcicum* ลงบนต้นกล้าข้าวโพดที่ใช้ในการวิจัย และการอ่านผลหลังจากการปลูกถ่ายเชื้อ ในสภาพโรงเรือน และในสภาพแปลงทดลอง

- การเตรียมโรงเรือน เพื่อเป็นสถานที่ในการปลูกถ่ายเชื้อ

- การเตรียมต้นกล้าข้าวโพด เพื่อการปลูกถ่ายเชื้อโรคโรคใบไหม้แผลใหญ่ (NCLB)

2.5 การอ่านระดับอาการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ หลังจากการปลูกถ่ายเชื้อโรคลงบนข้าวโพดประมาณ 7 วัน เริ่มอ่านผลการปลูกถ่าย การปลูกถ่ายเชื้อในสภาพแปลงจะอ่านผลอยู่ 3 ระยะ คือ อายุ 14 วัน (4-5 ใบ) อายุ 25-30 วัน (6-7 ใบ) และก่อนข้าวโพดออกดอก เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความต้านทาน และอ่อนแอต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ การประเมินระดับอาการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ให้คะแนนตามหลักเกณฑ์ Lipps *et al.*, 1997 ข้างต้น

3. การใช้โมเลกุลเครื่องหมาย (Marker Assisted Selection: MAS) ในการจำแนกความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ (NCLB)

3.1 สืบค้นหา Marker ในการจำแนกความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ โดยใช้ Marker จำนวน 100 คู่

3.2 การสกัดดีเอ็นเอ โดยการเก็บตัวอย่างข้าวโพดในระยะที่มีใบอ่อน ประมาณ 0.5 - 1 กรัม ตัดใบเป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อให้สะดวกแก่การบดให้ละเอียด เติม Extraction buffer ชนะบด

3.3 การเตรียม Acryamine gel เพื่อระบุโมเลกุลเครื่องหมายที่วางตัวใกล้กับตำแหน่งยีนต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ของประชากรข้าวโพด

4. การตรวจโมเลกุลเครื่องหมายที่ให้ความแตกต่างในสายพันธุ์พ่อแม่เพื่อใช้เป็นโมเลกุลเครื่องหมายที่ใช้ในประชากรข้าวโพด

5. สกัดดีเอ็นเอของประชากร 100 สายพันธุ์ เอา marker ที่ได้จากการตรวจโมเลกุลเครื่องหมายที่ให้ความแตกต่างในสายพันธุ์พ่อแม่ที่เป็นโพลิมอร์ฟิซึม (Polymorphism) มาทำการหา genetic ของประชากรข้าวโพด

6. วิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ในสภาพธรรมชาติและสภาพโรงเรือน โดยใช้ Pearson's Product Moment Correlation (สหสัมพันธ์อย่างง่าย)

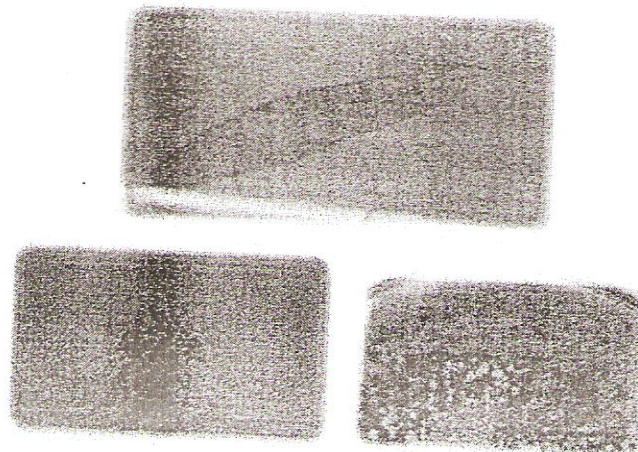
2.1.2 ได้รับความอนุเคราะห์เชื้อรา *Exserohilum turcicum* สาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพด จาก รศ.ดร.ประสาทพร สมิตะมาน ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช สาขาวิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตารางที่ 2 เชื้อโรคใบไหม้แผลใหญ่ที่ใช้ในงานวิจัยและแหล่งที่มาของโรคใบไหม้แผลใหญ่

ลำดับ	เชื้อ	แหล่งที่มา
1	AICL1	รศ.ดร.ประสาทพร สมิตะมาน
2	H5	จ.เลย
3	MCC7	ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่

2. การปลูกถ่ายเชื้อ *Exserohilum turcicum*

2.1 การแยกเชื้อ *Exserohilum turcicum* ให้ได้เชื้อบริสุทธิ์โดยการแยกเป็นโคโลนีเดี่ยว (Single colony) และการขยายเชื้อ โดยการเลี้ยงเชื้อบนอาหารวุ้น V8 เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณเชื้อที่บริสุทธิ์แล้ว ให้มีปริมาณมากเพียงพอต่อการปลูกถ่ายเชื้อต่อไป



ภาพที่ 1 การแยกเป็นโคโลนีเดี่ยว (Single colony) และการขยายเชื้อ โดยการเลี้ยงเชื้อบนอาหารวุ้น V8

2.2 การปลูกถ่ายเชื้อ

การอ่านระดับอาการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ หลังจากการปลูกถ่ายเชื้อโรคลงบนข้าวโพด ประมาณ 7 วัน เริ่มอ่านผลการปลูกถ่าย การปลูกถ่ายเชื้อในสภาพแปลงจะอ่านผลอยู่ 3 ระยะ คือ อายุ 14 วัน (4-5 ใบ) อายุ 25-30 วัน (6-7 ใบ) และก่อนข้าวโพดออกดอก เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความต้านทาน และอ่อนแอต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ การประเมินระดับอาการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ หลังจากการปลูกถ่ายเชื้อประมาณ 7 วัน ให้คะแนนต้นที่ได้รับการปลูกถ่ายเชื้อโดยให้คะแนนตามหลักเกณฑ์ดังนี้ ดัดแปลงจาก Scott *et al.*, 1984

ผลการวิจัย

1. สายพันธุ์และพันธุ์ข้าวโพดที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

การรวบรวมพันธุ์กรรมข้าวโพดสายพันธุ์แท้ จาก 3 หน่วยงาน จำนวน 72 สายพันธุ์ ได้แก่

- 1.1 ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ Ki จำนวน 57 สายพันธุ์ และข้าวโพดสายพันธุ์แท้ Kei จำนวน 3 สายพันธุ์จากศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ
- 1.2 ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ CPSI จำนวน 6 สายพันธุ์ จาก บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด
- 1.3 ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ NSC จำนวน 4 สายพันธุ์ จาก บริษัท พีซีพีพันธุ์ตะวันออก จำกัด
- 1.4 ข้าวโพดที่ใช้เป็นพันธุ์มาตรฐานฮอนแด (Hibrix 3) และต้านทาน (อินทรี 2) ต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่

การสร้างประชากรการสร้างประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 (F1) จากพ่อแม่ที่ทำการคัดเลือกที่มีความต้านทานและอ่อนแอต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ และประกอบกับการบันทึกลักษณะ Phenotype ของประชากรนั้นๆ ประชากร F1 ถูกนำมาผสมตัวเอง เพื่อพัฒนาเป็นลูกผสมชั่วที่ 2 (F2) ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการประเมินลักษณะความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ เพื่อคัดเลือกประชากร

ในการสร้างประชากรข้าวโพดชั่วที่ 2 เริ่มจากปลูกสายพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 4 คู่ผสม ทำการผสมข้ามสายพันธุ์พ่อแม่ (Crossing) และผสมกลับสายพันธุ์พ่อแม่ (Reciprocal cross) เมื่อได้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดชั่วที่ 1 ในทั้ง 4 ประชากร ทำการปลูกข้าวโพดชั่วที่ 1 และผสมตัวเองในแต่ละคู่ผสม (self-pollinated) ให้ได้จำนวน 20 ผักต่อคู่ผสม

ตารางที่ 1 จำนวนสายพันธุ์ในประชากรข้าวโพดชั่วที่ 2 จากคู่ผสมสายพันธุ์แท้ 4 สายพันธุ์

ลำดับ	สายพันธุ์ (คู่ผสม)	จำนวนประชากร
1	Ki48 / Ki47	400
2	Ki47 / Ki48	160
3	Ki34 / Ki15	400
4	Ki15 / Ki34	400
รวม		1,360

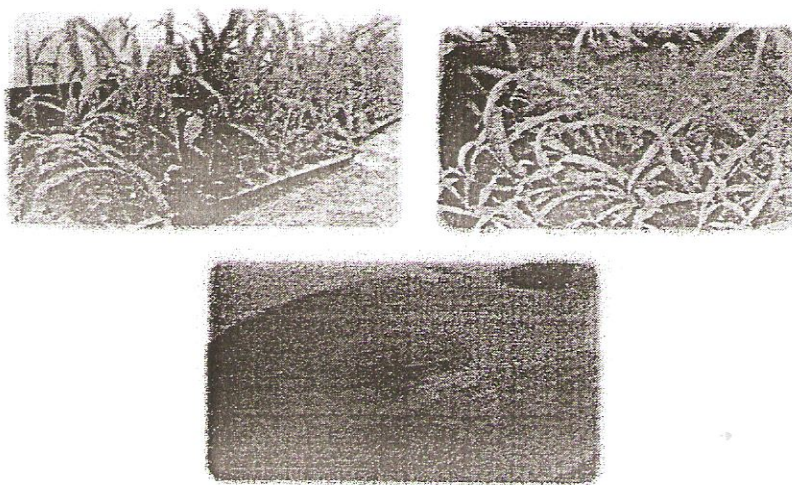
2. เชื้อโรคใบไหม้แผลใหญ่ (NCLB)

2.1 การรวบรวมเชื้อรา *Exserohilum turcicum* สาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพด

2.1.1 รวบรวมจากพื้นที่ปลูกข้าวโพดบางแห่งในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการเก็บตัวอย่างใบข้าวโพดที่ติดเชื้อ แยกเชื้อให้บริสุทธิ์โดยทำการแยกโคลนเดี่ยว

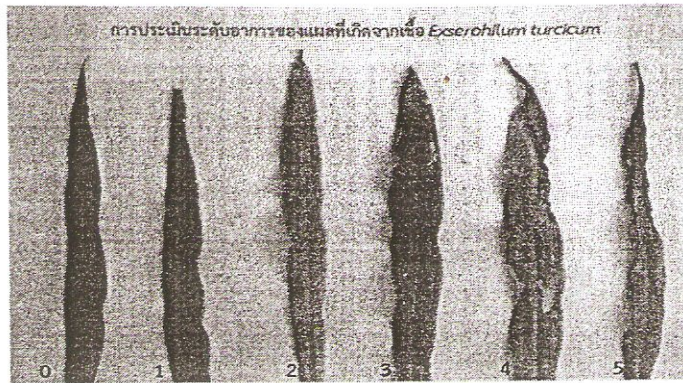
ตารางที่ 3 การเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดสายพันธุ์แท้ในสภาพโรงเรือน

ลำดับ	สายพันธุ์	ค่าเฉลี่ยเชื้อ H5	ระดับ H5	ค่าเฉลี่ย MCC7	ระดับ MCC7
1	ki2	1.2	MR	1.4	MR
2	ki5	0.5	R	1.4	MR
3	ki12	2.5	MS	1.4	MR
4	ki34	0.6	R	1.4	MR
5	ki25	1	R	1.2	MR
6	ki48	1.3	MR	1.4	MR
7	ki52	2	MR	1.4	MR
8	CPSI#3R	0.4	R	1.0	R
9	ki3	3.4	S	2.8	MS
10	ki9	2.8	MS	2.4	MS
11	ki24	2.8	MS	3.2	S
12	ki15	4.3	S	3.6	S
13	ki37	4.6	S	4.2	S
14	ki47	1.8	MR	3.4	S
15	ki11	-	-	3.3	S
16	CPSI#4S	4.7	S	3.8	S



ภาพที่ 3 การปลูกถ่าย (Inoculation) เชื้อรา *Exserohilum turcicum* ลงบนต้นกล้าข้าวโพดในสภาพโรงเรือน

2.2.2 การปลูกถ่าย (Inoculation) เชื้อรา *Exserohilum turcicum* ลงบนต้นข้าวโพดสายพันธุ์แท้ และการอ่านผลหลังจากการปลูกถ่ายเชื้อ ในสภาพโรงแปลงทดลอง



ภาพที่ 2 การคะแนนต้นที่ได้รับการปลูกถ่ายเชื้อ *Exserohilum turcicum*

- 0 ไม่มีการแสดงอาการของโรคเลย
- 1 แสดงอาการโรค <20 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรคบางใบ
- 2 แสดงอาการโรค 20-40 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรคกระจาย
- 3 แสดงอาการโรค 40-60 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรคเกือบทุกใบ
- 4 แสดงอาการโรค 60-80 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรคทั่วทั้งต้น
- 5 แสดงอาการโรค 80-100 % ของพื้นที่ใบรวม พบอาการโรครุนแรงทั่วทั้งต้น

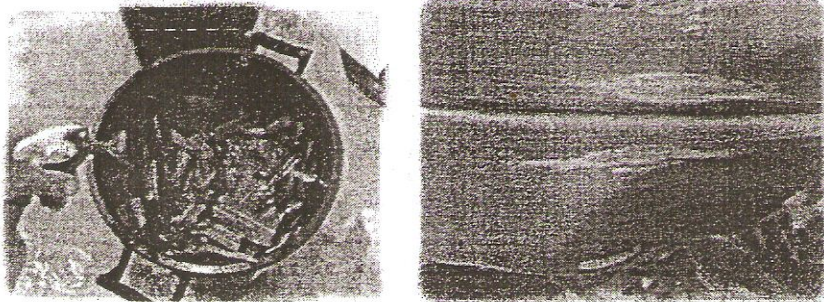
2.2.1 การปลูกถ่าย (Inoculation) เชื้อรา *Exserohilum turcicum* ลงบนต้นกล้าข้าวโพดสายพันธุ์แท้ และการอ่านผลหลังจากการปลูกถ่ายเชื้อ ในสภาพโรงเรือน

ผลการทดลองพบว่าจากการทดสอบระดับความต้านทานของข้าวโพดด้วยไอโซเลททั้งสองพบว่าข้าวโพดที่ทดสอบส่วนใหญ่แสดงความต้านทานปานกลาง และอ่อนแอ หากแบ่งระดับความต้านทานไว้ 4 ระดับ พบว่า ระดับที่ R ที่ถือว่าเป็นระดับต้านทานมาก โดยเชื้อ MCC7 มีจำนวน 1 สายพันธุ์ได้แก่ข้าวโพดพันธุ์ CPSI#3R เชื้อ H5 มีจำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ข้าวโพดพันธุ์ Ki5, Ki25, Ki34 และ CPSI#3R ที่ระดับ MR ที่ถือว่าเป็นระดับต้านทานปานกลางโดยเชื้อ MCC7 มีจำนวน 7 สายพันธุ์ เชื้อ H5 มีจำนวน 3 สายพันธุ์ ส่วนในระดับ MS ที่เป็นระดับอ่อนแอโดยเชื้อ MCC7 มีจำนวน 2 สายพันธุ์ เชื้อ H5 มีจำนวน 2 สายพันธุ์ และที่ระดับ S ที่ถือว่าเป็นระดับอ่อนแอพบว่า โดยเชื้อ MCC7 มีจำนวน 6 สายพันธุ์ได้แก่ข้าวโพดพันธุ์ Ki11, Ki15, Ki24, Ki37, Ki47 และ CPSI#4S (ตารางที่ 3) เชื้อ H5 มีจำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Ki3, Ki15, Ki37 และ CPSI#4S และสามารถคัดเลือกต้นก่อนการผสมเกสรด้วยการปลูกเชื้อสาเหตุตั้งแต่ระยะต้นกล้า ในสภาพเรือนทดลอง และคัดต้นข้าวโพดที่มีต้านทานโรคในสภาพธรรมชาติ (แปลงทดสอบ)

ผลการทดลองพบว่าจากการทดสอบระดับความต้านทานของข้าวโพดที่ทดสอบส่วนใหญ่แสดง ความต้านทานปานกลาง การคัดเลือกสายพันธุ์พันธุ์ในแปลงทดสอบผลการทดสอบออกมาคลาดเคลื่อน เนื่องจากสภาพแวดล้อมการเกิดโรคไม่เหมาะสมต่อการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ จึงอ้างอิงจากการ ทดสอบในสภาพโรงเรือนเป็นหลักโดยนำข้อมูลเทียบ จึงสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ใช้ในการวิจัยโดย สายพันธุ์ที่มีความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ ได้แก่ Ki34 และ Ki48 และคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความ อ่อนแอโรคใบไหม้แผลใหญ่ ได้แก่ Ki15 และ Ki47 (ตารางที่ 4) การคัดเลือกดังกล่าวยังคงคัดเลือกรวมถึง ลักษณะประจำพันธุ์ของสายพันธุ์นั้นๆ

ตารางที่ 4 การเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดสายพันธุ์แท้ในสภาพแปลงทดสอบ

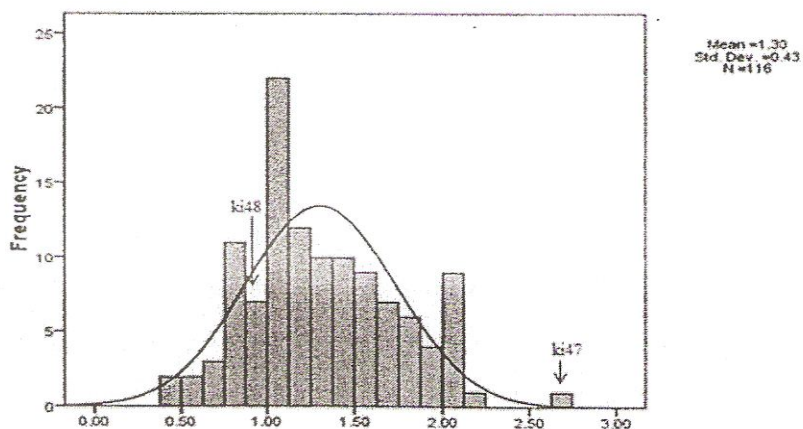
ลำดับ	สายพันธุ์	ค่าเฉลี่ย แปลง1	ระดับแปลง1	ค่าเฉลี่ย แปลง2	ระดับแปลง2
1	ki2	0.6	R	0.4	R
2	ki5	1	R	2.2	MR
3	ki12	1.6	MR	2	MR
4	ki34	1	R	0.8	R
5	ki25	1.2	MR	1.4	MR
6	ki48	1	R	0.8	R
7	ki52	1.8	MR	1.2	MR
8	CPSI#3R	-	-	-	-
9	ki3	1	R	0.4	R
10	ki9	1.6	MR	1	R
11	ki24	1.8	MR	3.8	S
12	ki15	2.1	MS	2.8	MS
13	ki37	1.4	MR	0.2	R
14	ki47	2.2	MS	1.6	MR
15	ki11	2	MR	3.8	S
16	CPSI#4S	-	-	-	-



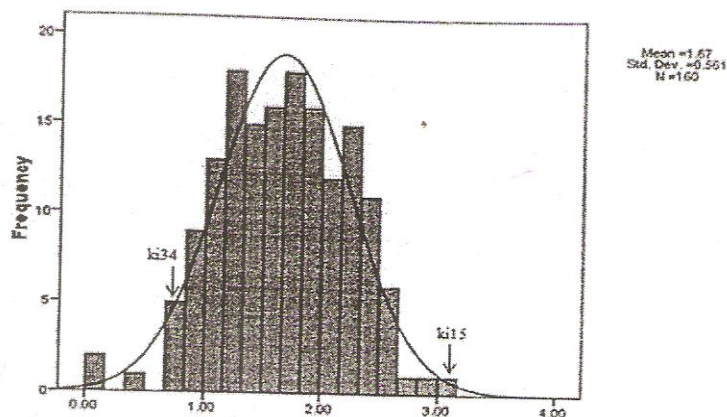
ภาพที่ 4 การปลูกถ่ายเชื้อรา *Exserohilum turcicum* ลงบนต้นข้าวโพดในสภาพแปลงทดลอง

2.2.2 การปลูกถ่าย (Inoculation) เชื้อรา *Exserohilum turcicum* ลงบนต้นข้าวโพด
ประชากร F2 และการกระจายตัวลักษณะความต้านทานโรค ในสภาพโรงแปลงทดลอง

ระดับความเป็นโรคใบไหม้แผลใหญ่ของข้าวโพด F2 อยู่ระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่ แสดงให้เห็นว่า ประชากร F2 ลักษณะการเป็นโรคค่อนข้างผันแปรในเชิงปริมาณและการกระจายระดับความเป็นโรคค่อนข้างปกติ (กราฟที่ 1 และ 2) ซึ่งสายพันธุ์พ่อแม่แตกต่างกันอย่างชัดเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในลักษณะความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ จึงทำให้ประชากร F2 มีการกระจายตัวเป็นลักษณะ normal curve ดังนั้นประชากรกลุ่มนี้มีความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ QTL การกระจายตัวระดับความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ของประชากร F2 มีการกระจายอย่างต่อเนื่องไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



กราฟที่ 1 แสดงการกระจายตัวการปลูกถ่ายเชื้อ *Exserohilum turcicum* สาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ ในสภาพธรรมชาติ ของข้าวโพด F2 (Ki47 / Ki48 และ Ki48 / Ki47)



กราฟที่ 2 แสดงการกระจายตัวการปลูกถ่ายเชื้อ *Exserohilum turcicum* สาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ ในสภาพธรรมชาติ ของข้าวโพด F2 (Ki15 / Ki34 และ Ki34 / Ki15)

3. การใช้เครื่องหมายโมเลกุล (Marker Assisted Selection: MAS) ในการจำแนกความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ (NCLB)

3.1 สืบหา Marker ในการจำแนกความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ โดยใช้ Marker จำนวน 100 คู่

จากการตรวจเอกสารอ้างอิง พบว่า โมเลกุลเครื่องหมายดีเอ็นเอที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในประชากรข้าวโพด จำนวนทั้งสิ้น 56 ตำแหน่งกระจายตัวทั่วทั้งจีโนม ตารางภาคผนวกที่ 3 โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนโครโมโซมที่ 3 โครโมโซมที่ 5 และโครโมโซมที่ 8 ซึ่งพบ QTL หลายตำแหน่งวางตัวใกล้เคียงกัน (common QTL) ซึ่ง Marker UMC1365, UMC1019 และ UMC1524 (ตารางที่ 5 ภาพที่ 7, 8 และ 9) มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะต้านทานโรคดังกล่าวร่วมกับการทดสอบลักษณะความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ ในสภาพเรือนทดลอง และในสภาพแปลงทดสอบโรคในสายพันธุ์พ่อแม่

การทดสอบความต้านทานโรค สายพันธุ์ทั้ง 16 สายพันธุ์ในแผนที่ 2 ทำการคัดเลือกเหลือ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Ki15, Ki34, Ki47 และ Ki48 และข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านข้าวโพด ในการทำการทดสอบสายพันธุ์ที่มีความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ ที่เชื่อมโยงกับเครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอได้เพิ่มสายพันธุ์แท้ที่มีทั้งความอ่อนแอและความต้านทานต่อโรค NCLB อีก 7 สายพันธุ์ ได้แก่ Ki52, Ki53, Ki56, Ki57, Ki58, Ki59 และ Kei1001 (ตารางที่ 5)

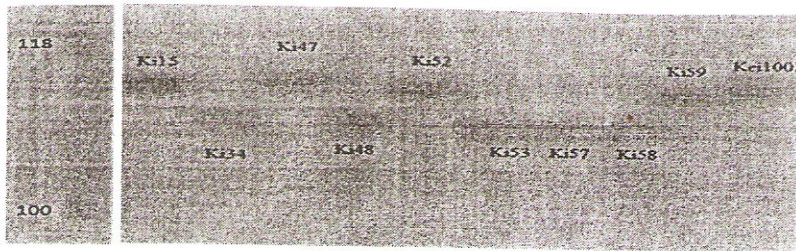
ตารางที่ 5 ข้อมูลความต้านทานต่อเชื้อสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ของสายพันธุ์แท้ที่ได้จากศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ข้าวโพดสายพันธุ์แท้จำนวน 11 สายพันธุ์

no	pedigree	origin	NCLB	SCMV
1	Ki15	INBRED	S	S
2	Ki34	INBRED	R	MR
3	Ki47	INBRED	S	MR
4	Ki48	INBRED	R	R
5	Ki52	SW11D-C7-1028-21	R	R
6	Ki53	SW11D-C7-1002-1	R	R
7	Ki56	SW11E-F11-2002-10	R	S
8	Ki57	SW11E-F11-2002-9	R	S
9	Ki58	SW11E-F11-2002-14	R	S
10	Ki59	SW11E-F11-2002-15	S	S
11	Kei1001	SW11E-F11-2002-1	S	S

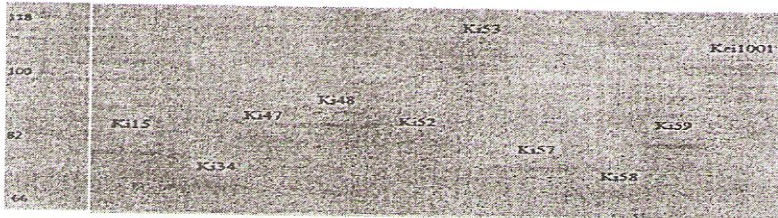
เบื้องต้น จากการสังเกตลักษณะอัลลีลของสายพันธุ์ข้าวโพดทั้งสองกลุ่มดังกล่าว พบว่า มีดีเอ็นเอเครื่องหมายจำนวน 3 เครื่องหมายซึ่งวางตัวบนโครโมโซมที่ 5 แสดงอัลลีลแตกต่างกันระหว่างกลุ่มสายพันธุ์ต้านทานและกลุ่มสายพันธุ์อ่อนแอ โดยดีเอ็นเอเครื่องหมายทั้งสามนั้นวางตัวอยู่ใกล้เคียงกับ QTL ที่เคยมีรายงานมาก่อน (ตารางที่ 6) และมีความเป็นไปได้ว่าเมื่อเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอเครื่องหมายที่แสดง polymorphism ให้ครอบคลุมทั้งจีโนมแล้ว จะสามารถหา QTL ที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคแผลไหม้ใบใหญ่ได้

ตารางที่ 6 ดีเอ็นเอเครื่องหมายที่แสดงความแตกต่างของอัลลีลระหว่างกลุ่มข้าวโพดสายพันธุ์ต้านทานและกลุ่มสายพันธุ์อ่อนแอ

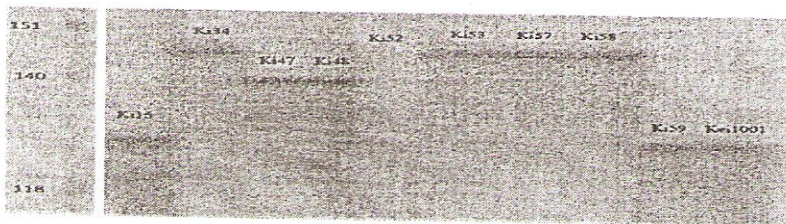
No	Marker	Chro	Position (Mb)	Susceptible				Resistance					Size (bp)
				Ki15	Ki47	Ki59	Kei 1001	Ki34	Ki48	Ki53	Ki57	Ki58	
1	UMC1365	5	6.433	b	a	b	a	c	c	c	c	c	100-110
2	UMC1019	5	190.689	e	d	d	b	g	c	a	f	g	68-110
3	UMC1524	5	196.454	c	b	c	c	a	b	a	a	a	130-150



ภาพที่ 5 UMC1365 (Chromosome 5)



ภาพที่ 6 UMC1019 (Chromosome 5)



ภาพที่ 7 UMC1524 (Chromosome 5)

สรุปผลการวิจัย

จากการประเมินระดับความต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ในประชากรสายพันธุ์พ่อแม่ ในระยะต้นกล้า พบว่า

สายพันธุ์ Ki48 แสดงความต้านทานปานกลางต่อทั้งสองเชื้อ

สายพันธุ์ Ki47 แสดงความต้านทานปานกลางต่อเชื้อ H5 แต่แสดงความอ่อนแอต่อเชื้อ MMC7

สายพันธุ์ Ki34 แสดงความต้านทานต่อเชื้อ H5 และต้านทานปานกลางต่อเชื้อ MCC7

สายพันธุ์ Ki15 แสดงความอ่อนแอต่อเชื้อทั้งสองเชื้อ

เมื่อพิจารณาข้อมูลดังกล่าวร่วมกับข้อมูลความต้านทานต่อเชื้อสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ของสายพันธุ์แท้ที่ได้จากศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ สามารถจัดกลุ่มข้าวโพดเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรค ได้แก่ Ki34, Ki48, Ki53, Ki57 และ Ki58

2) กลุ่มอ่อนแอต่อโรค ได้แก่ Ki15, Ki47, Ki49 และ Kei1001

การสืบค้น Marker ที่เกี่ยวข้องกับยีนต้านทานโรคใบไหม้แผลใหญ่ Marker UMC1365, UMC1019 และ UMC1524 ความแตกต่างของสายพันธุ์ต้านทานและอ่อนแอต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่

คำขอบคุณ

การทำวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) รวมทั้งขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ประสาทพร สมิตะมาน ดร. ธีรยุทธ ตูจันดา และ ดร. กัญญณัฏฐิวิธัญญา ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ ตลอดจนความอนุเคราะห์เชื้อสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2546. ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 465 น.
- โชคชัย เอกทัศนาวรรณ, เกตุอร ทองเครือ. ม.ป.ป. การปลูกข้าวโพด. ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กองเกษตรสัมพันธ์. 8 น.
- พิระวรรณ พัฒนวิภาส, ศิวไล ลาภบรรจบ, พิเชษฐ์ กรุดลอยมา และสุริพัฒน์ ไทยเทศ. 2553. ปฏิกริยาพันธุ์ข้าวโพดต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ Interaction of maize lines to Northern Corn Leaf Blight, กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร. 2553. สรุปสถานการณ์สินค้าเกษตรเดือนพฤศจิกายน และแนวโน้มเดือนธันวาคม 2553. 10 น.
- สุกัญญา มัคคะวินทร์. 2549. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อรา *Exserohilum turcicum* สาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดจากพื้นที่ปลูกบางแห่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 70 น.
- สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. 2552. การปรับปรุงพันธุ์พืช. เรียบเรียงครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 259 น.
- Khampila J., K. Lertrat, W. Saksirirat, J. Sanitchon, N. Muangsang and P. Theerakuplisut. 2008. Identification of RAPD and SCAR markers linked to northern leaf blight resistance in waxy corn (*Zea mays* var. *ceratina*). *Euphytica* 164: 615-625.
- Lipps, P.E., R.C. Pratt and J.J. Hakiza. 1997. Interaction of Ht and partial resistance to *Exserohilum turcicum* in maize. *Plant Disease* 81:277-282.
- Nelson, R.R. 1977. The meaning of disease resistance in plant, p. 13-25. In Nelson, R.R., ed. *Breeding Plants for Disease Resistance Concepts and Applications*. The Pennsylvania State University Press, Harrisburg.
- Patrick, E. Lipps and D. Mills. 2012. Northern Corn Leaf Blight. 2 pp.

- Welz, H.G. and H.H. Geiger. 2000. Genes for resistance to Northern corn leaf blight in diverse maize populations. *Plant Breed.*, 119: 1-14.
- Yao Qi-Lun, Fang Ping, Kang Ke-Cheng and Pan Guang-Tang. 2008. Genetic diversity based on SSR markers in maize (*Zea mays* L.) landraces from Wuling mountain region in China. Vol. 87. 287-291.