วารสารเกษตร

ปีที่ 6 เล่มที่ 1 มกราคม-เมษายน 2533

ISSN 0857 - 0841

วารสารเกษตร
Journal of Agriculture
ISSN : 0875-0841

เจ้าของ
คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002
โทร. 221699 ต่อ 4008, 4009

Publisher
Faculty of Agriculture
Chiang Mai University
Chiang Mai 50002, THAILAND
Tel. (053) 221699 ext. 4008, 4009

วัตถุประสงค์
1. เผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความทางวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์ และชีววิทยา
2. เผยแพร่เกียรติคุณของนักวิจัย
3. สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักวิจัย

กำหนดออก เดือนมกราคม พฤษภาคม และกันยายน ปีละ 3 เล่ม

แจ้งรับวารสาร ถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร หรือ
คุณจินดา จันทร์เจนจบ
สำนักงานเลขานุการ
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002

✱ พิมพ์ที่ โรงพิมพ์ดาว คอมพิวกราฟิค 34 ซอยพงศ์สุวรรณ (โปลิ) โชตนา เชียงใหม่ โทร. 217-434

ใบสมัครเป็นสมาชิกวารสารเกษตร

วันที่ ______ เดือน ______ พ.ศ. ______

ข้าพเจ้า ______

ที่อยู่ ______ อำเภอ ______

จังหวัด ______ โทรศัพท์ ______ อาชีพ/ตำแหน่ง ______

สถานที่ทำงาน ______

______

มีความต้องการสมัครเป็นสมาชิก "วารสารเกษตร" ตั้งแต่ ฉบับที่ ______ ปีที่ ______

เดือน ______ พ.ศ. ______ เป็นต้นไป

เป็นจำนวน ______ ฉบับ หรือ ______ ปี

พร้อมนี้ได้ส่งเงินค่าสมาชิกจำนวน ______ บาท มาโดยทาง

☐ ธนาณัติ

☐ เช็คไปรษณีย์

สั่งจ่าย ณ ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002

ลายเซ็น ______ ผู้สมัคร

กรุณา ส่งแบบฟอร์มไปที่

บรรณาธิการ วารสารเกษตร

หรือ คุณจินดา จันทร์เจนจบ

คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เชียงใหม่ 50002

อัตราค่าสมัครปีละ 60.- บาท ท่านจะได้รับ วารสารเกษตร ราย 4 เดือน รวม 3 ฉบับ

ค่าส่งทางไปรษณีย์ฟรี และท่านสามารถสมัครครั้งละกี่ปีก็ได้ เช่น 2 ปี 120 บาท 3 ปี 180.-บาท เป็นต้น

บทบรรณาธิการ

ในที่สุดวารสารเกษตรเล่มนี้ได้ตีพิมพ์สำเร็จด้วยดีอีกครั้ง และเป็นที่น่ายินดีที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยในวงกว้าง ทั้งในคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ สถาบันอื่นๆ อีก ทำให้เห็นแนวโน้มของการเติบโตและพัฒนาต่อไป ในอนาคตถ้าต้นฉบับมีมากพอและการกระจายของสาขาวิชา การจับกลุ่มกันของสาขาวิชามีมากพอ จะช่วยให้มีการจัดหมวดหมู่ในส่วนสารบัญ ทำให้ผู้อ่านสามารถค้นหาข้อมูลที่สนใจได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้เพิ่มจำนวนพิมพ์จาก 3 ฉบับเป็น 4 ฉบับต่อปี อันเป็นประโยชน์ต่อการเสนอผลงานได้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของงานวิจัยที่บางสาขาเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก โดยเฉพาะผลงานวิจัย งานพัฒนา และปริทัศน์ จากคณะเกษตรศาสตร์ จะได้ออกสู่สาธารณะในวงกว้าง ข้อมูลสื่อสารเหล่านี้ ถ้ามีการนำไปสานต่อให้เกิดความรู้ใหม่ๆ มีการประยุกต์ และปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อประชาชนโดยทั่วไป และโดยเฉพาะเกษตรกร นับได้ว่าเป็นความฝันอันสูงสุดในการทำวารสารเล่มนี้

สุดท้ายนี้ กองบรรณาธิการ มีความคาดหวังที่จะได้รับข้อเสนอแนะ ข้อวิจารณ์ต่างๆ จากสมาชิกและผู้อ่านทั่วไป รวมถึงการส่งผลงานวิจัย ปริทัศน์ เพื่อลงพิมพ์ เพื่อให้วงการเกษตรศาสตร์ได้เติบโตและพัฒนาต่อไป

บรรณาธิการ

วารสารเกษตร 6,1:1-9 (2533)

Journal of Agriculture 6,1:1-9 (1990)

LIVESTOCK PRODUCTION UNDER TREE CROPS IN THAILAND

Boonserm Cheva-Isarakul

ABSTRACT : The research and development aimed at livestock production under tree crops in Thailand are reviewed with assessing potentials for the future. There are close to 2.1 million ha of fruit tree and tree crops which at present are seldom utilized for livestock production. Likewise, vast area of forest plantation potentially available for grazing still remains untapped. According to the available data *B. brizantha, B. miliiformis* and *B. ruziziensis* are the promissing grass species in coconut plantation. The evaluation of forage species under rubber and fruit tree plantations given by several authors are also presented. Additionally a preliminary study and observation on grazing under forest plantation are reviewed and discussed.

INTRODUCTION

Livestock production under tree crops is assuming increasing importance in Southeast Asia and the South Pacific. In recent years, many coconut-producing countries have adopted cattle raising in the coconut plantation. In addition, the data from Malaysia suggests that mixed grazing by large and small ruminants in oil palm estates may be beneficial to the tree crops. Livestock production under tree crops can raise farm income through sale of meat or milk, while at the same time reducing weed control cost. Related benefits include increased fertility of the soil *via* the return of dung and urine.

The total area of Thailand is 51,311,500 ha of which 29.0 % is forest land and 40.1 % is farm holdings (Office of Agriculture Economic, 1987). Of the farm holdings, there are about 2,154,165 ha or 10.5 % for fruit tree and tree crops which are seldom utilized for livestock production at present. Likewise, vast area of forest

Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

plantation which are potentially available for grazing still remain untapped. This report constitutes an effort to review research and development information with regards to the integration of livestock under tree crops in Thailand.

1. Pastures and cattle under coconuts

There are approximately 400,000 ha of coconut farms in Thailand which are mostly located in the south. Cattle and other livestock have been raised on coconut farms for a long time. Probably the main reasons for this practice in the past were (1) to help keeping down weed growth (2) to provide food for cattle and (3) to provide manure for coconuts. However, the majority of plantation owners are not convinced of the benefit of this integrated system, believing that it is harmful to the palms. Pasture under coconuts is still in the early stages of development.

1.1 Natural forage in the plantation

The most common native forage species found under coconuts are sour grass *(Paspalum conjugatum)*, carpet grass *(Axonopus compressus)*, cogon *(Imperata cylindrica)*, *Microstegium ciliatum*, *Ottochloa nodosus* and *Desmodium ovalifolium*. On the more sandy soils of the eastern coastal areas the most common species are *Chrysopogon orientalis* and *Eremochloa ciliaris* (Manidool, 1984). Suwanarak (1987) mentioned that in the coconut plantations, annual mowing could reduce population of *Imperata cylindrica*. In this case other weeds such as *Echinochoa colonum, Digitaria ascendense* and *Pennisetum* spp. are commonly found. The same author observed that *Axonopus compressus* is exceptionally shade -tolerant. She also reported that dry matter yield of weed in 3-4 year-old and more than 10 -year -old coconut plantations were 24.6 and 11.3 t/ha, respectively. Duryaprapan (1977) found that *Axonopus compressus* and *Paspalum conjugatum* produced green yield of 18 and 19 t/ha respectively, compared with 24 t from *Brachiaria brizantha* when all are grown under the same shady condition in a coconut plantation.

1.2 Selection of adaptable species

Manidool (1984) reported that *B. brizantha, B. miliiformis* and *B. ruziziensis* are promising grass species in coconut plantation. In 1981 *B. ruziziensis* was tested in a private plantation. The test was designed to compare the effect of two seeding rates, 10 and 14 kg/ha and five levels of fertilizer. The results are shown in Table 1. The results showed that a combination of high seeding and high fertilizer rates gave a greater air-dry-yield of grass, with 24.6 t/ha being obtained from a treatment of 14 kg/ha seeding rate combined with 752 kg/ha of the 12-12-24 fertilizer. Boon klinkajorn and Duryaprapan (1976) had conducted an experiment to study the adaptability of *Panicum maximum* cv. Common, *B. brizantha* , *B. mutica* and

Centrocema pubescens under three different sites of coconut plantation. The three sites had distinct soil types, representing area of a high, medium and fairly low fertility. *P. maximum* cv. Common gave the highest yield at all sites. On high fertility soil, *B. brizantha* gave higher yield than *B. mutica*. On the other hand where the soil was poor in fertility, *B. mutica* performed better than *B. brizantha*. In the case of *Centrocema pubescens* in a mixture with the other three grass species, performed well at all sites with no significant difference in yield. Manidool (1984) mentioned that *Centrocema pubescens* is most suitable under coconuts. This type of legume has long been used for many years as a cover crop in fruit trees and rubber plantation.

1.3 Fertilizer experiment

A fertilizer trial on *P. maximum* cv. Common pasture under coconuts had been conducted by Duryaprapan and Boonklinkajorn (1977). The experimental plots were fertilized with a 15-15-10 compound fertilizer at 4 different rates, 0, 250, 500 and 1,000 kg/ha. Average green yield (moisture 80%) of 4 cuts were 14.2, 25.9, 41.6 and 51.1 for the plot received 0, 250, 500 and 1,000 kg/ha compound fertilizer

Table. 1. Effect of seeding and fertilizer rate on yields of *B. ruziziensis* under coconut (Manidool, 1984).

Fertilizer (12-12-24)	Seed, Rates (kg/ha)			
	10		14	
←— kg/ha—>	←—— air dried wt. (t/ha/ year)			——>
	1st year*	2nd year*	1st year*	2nd year*
0	7.8	13.3	8.0	13.3
188	7.6	14.4	6.9	12.4
378	7.7	15.8	8.8	16.1
564	11.1	17.7	9.2	16.9
752	6.3	14.8	11.1	24.6

* 2 and 6 cuts for the first and second years, respectively. Average rainfall 200 mm. per year.

respectively. At fertizer level of 500 and 1,000 kg/ha the yield of the grasses were not significantly different, but both treatments were significantly higher than the rest. At the end of the experiment the pH and K content of soil were found to have decreased while organic matter and phosphorus had increased.

Coconut palm are known to require high level of K for normal growth and high production. Also, some species of pasture plants, such as *P. maximum* cv. Common, have a high K requirement. If these grasses are to be included in a pasture-coconut program, adequate amount of K should be applied (Manidool, 1984). Manidool (1984) reported that *B. brizantha, P. maximum* cv. Common and *B. mutica* grown in association with coconuts cause a serious reduction in the magnesium content of the coconut leaves

1.4 Grazing trials

Boonklinkajorn *et al.* (1982) studied on liveweight gain of Thai Indigenous-Brahman crossbreds grazing on signal-centro pasture and native grass-centro pastures under coconuts. The effect of three stocking rates, 1.0, 1.5 and 2.5 beasts/ha were compared. This trial lasted for two years. The result indicated that there was neither a statistical significance in the weight gain of experimental cattle in the first year nor between cattle in the following year under different stocking rate. An evaluation on pasture yield revealed that different grazing pressure employed in this study did not affect forage dry matter yield. However, pasture yield tended to decline in the second year.

2. Forage and livestock under rubber plantations/fruit tree

In 1986 there were approximately 1.9 million ha. of rubber in Thailand and it is roughly estimated that rubber replanting to replace the under- productive plantation is about 48,000 ha. per year (Anon, 1980). In young plantations especially the first 2-3 years , many crops such as upland rice, banana, maize and vegetables as well as forage crop may be planted in a central strip between the rubber rows. However, the interrow area are still under-utilised especially for livestock production. Furthermore, very little information concerning the integrating of ruminant production with rubber plantation is available in Thailand.

2.1 Evaluation of forages species

A range of grass and legume species were evaluated under one-year-old rubber plantation by the rubber research centre in 1980.The forages were interplanted on 5x14 m plot. The soil type was red yellow pedzodic with sandy loam surface and good drainage. Grasses were cut every 45 days and every 90 days for legumes. Green forages yield are shown in Table 2. In this study *B. brizantha,* Napier grass

Table 2. Average forage green yield (t/ha) from 18 months growing period. (Grasses 11 cuts, legume 5 cuts), Anon, 1980.

Forage	Average yield t/ha.	Forage	Average yield t/ha.
B. brizantha	129.4	*Pennisetum purpureum*	97.2
B. mutica [1/]	31.5	*Setaria sphacelata cv. Nandi*	61.3
B. ruziziensis	59.2	*Tripsacum Caxum*	67.8
P. maximum cv. Common	80.8	*Centrosema pubescens* [2/]	28.8
P. maximum cv. Hamil	91.4	*Macroptilium atropurpureum cv.Siratro*	12.6
P. maximum cv. trichloglume	41.4	*Pueraria Phaseoloides*	26.3

Note : [1/] From 9 cuts. [2/] From 4 cuts.

(Pennisetum purpureum) and Hamil grass *(Panicum maximum* cv. Hamil) have shown supperior productivity.

2.2 Sheep under rubber plantation

In 1977-78 there was a report concerning with sheep raising in the rubber plantation. This study was conducted in the south by the staff of Rubber Research Station at Yala. Nineteen sheep were allowed to graze on native vegetation under a productive rubber plantation for one year. Concentrate feed and minerals were supplemented sometimes. The major native vegetation which found under the plantation were *Axonopus compressus* and *Ottochloa nodosa*. The others were mentioned such as *Seleria sumatrensis, Paspalum conjugatum, Tetracera scandeus, Desmodium spp.* and self-sown rubber seedling, It was observed that litter size was 1.4 lambs and birth weight of both sex was 1.7 kg. Lambing interval was 227 days for the experimental folck. High mortality of lambs were reported. The major health problems were pneumonia, endoparasites and dog attacking.

2.3 Pasture and fruit tree

Many kinds of fruit tree such as longan and litchi are vulnerale to damage by livestock. The damage from livestock is not only by consumption but more frequently by breakage through rubbing, horning and trampling. The safest policy is to avoid grazing completly. A cut-and-carry feeding system will reduce livestock damage to tree and soil structure but this system causes a great nutrient transfer, Added input of fertilizer are necessary to prevent the losses of soil fertility. This management practice can be found in the area of Chiang Mai and Lampoon provinces in the north where longan orchard are grown pararel with dairy cattle raising. It is observed that *B. mutica* is preferred to other species. The upright and bunch-type growth habit grasses may cause difficulty in orchard management. The species which compete severely with fruit tree for nutrient may not fit as forage in the orchard.

Manidool (1988) investigated the production of grasses and legumes in 11-year-old sweet tamarine orchard. Four different levels of 15-15-15 combined fertilizer (0, 250, 500, 625 kg/ha) are fertilised for the experimental plots. The high production grasses are *P. maximum* cv. Hamil, *B. mutica* and *B. ruziziensis*. As the level of fertilizer increased both grasses and legumes showed positive response.

3. Pasture, livestock and forest plantation

It was reported that in average 480,000 ha of forests was cut annually in Thailand while reafforested rate was only 5,040 ha per year (Anon, 1988). This information show an alarming situation. According to the 6th National Economic and Social Development Plan of the country it is aimed that 48,000 ha of reafforestation should be worked out (Anon, 1988). The reafforested areas may help solve the problem of limited grazing area for ruminants. Grazing ruminants in the forest plantation help keeping down weed growth and prevent fire hazard. Sata-pornpang (1978) mentioned that *Imperata cylindrica* which is the most troublesome weed in a new forest plantation could be controlled within two years by grazing. The planting of new forest areas frequently leads to conflict between foresters and villagers who wish to use the area for grazing livestock. This problem would be alleviated if the animals could graze in the plantation forests. In fact the utilization of the forest land for cattle and buffalo grazing has long been practised in the region. Forest deterioration can be prevented by giving people the opportunity to make profitable use of forest land or reafforested area.

3.1 Grasses and legumes under forests

Boonkerd (1986) mentioned a number of forage species found commonly in forests namely, *Microstegium ciliatum, Imperata cylindrica, Heteropogon contortus, Axonopus compressus , Arundinaria pusilla, Ottochloa nodosus , Paspalum conjugatum and Desmodium ovalifolium.* Manidool (1985) had shown list of grasses normally found in a particular condition as presented in Table 3. The grass species which could be introduced into the forest plantation are *P. maximum* cv. Common, *P. maximum cv. Hamil, B. ruziziensis, B. brizantha and B. miliiformis* (Manidool, 1985).

3.2 Grazing under forest plantation

Andrew and Kwaengsopha (1978) studied the effects of grazing and fertilization on growth of Pinus and Eucalyptus species in the north of Thailand. They found that grazing appeared to have cause little damage, especially when cattle were introduced after two years. This suggests that it is possible for the livestock and forestry enterprises to co-exist, at least until the growth of the trees reaches a close canopy. In this experiment a stocking rate of 2 beasts per ha was employed. Ruangratana (1982) concluded that cattle raising under the Eucalyptus plantation in the south Thailand could save weed control cost and fire hazard. In addition, an extra income of US $ 73.7 was received per family. Cheva-Isarakul (1986) reported that there was no apparent difference in the performance between the sheep raised under teak plantation and other flock. Anyhow, during the hot, dry season the limitation of available forage has a strong impact on the sheep performance.

4. Prospects for pasture, livestock under tree crop

The problem of integrating livestock production with tree crop plantation should be looked at from a crop point of view, because it is the main objective of the plantation's owner. At present, information concerning with the impact of forage and grazing on the tree is limited. This information play very important role for farmers to realise this practice. More information is required on native grasses and legumes, their persistency under grazing pressure. It is also very important to know feeding behaviour of large and small ruminants under the system. The need for supplementary feeding especially during the hot, dry season with limited forge should be investigated.

In Thailand the adoption of this integrated farming is seems to be feasible for the south and the north region. About 50% of the area of southern region are occupied by fruit tree and tree crop and the major plantation are rubber, coconut and oil palm. The integration of animal production - tree production has been illustrated by many asian countries. In the north, where important watersheds originate, reafforestation of this region is an important part of the Thai government policy. Since very little information is available at present, intensive research in this field is needed. Integrating ruminant production with forest plantation not only brings extra income to villagers but also conserves the valuable forest land for the country.

Table 3. Natural forage plants found in the forest plantation (Manidool,1985).

Species	Environmental conditions
Arundinaria pusilla	Slightly shaded, light soils, moderate rainfall. Northeast.
Axonopus affinis	Moderately shaded, light to heavy soils, high rainfall.
Chrysopogon orientalis	Slightly shaded, sandy coastal soils, high rainfall. southern area.
Coerhorachis glandulosa	Slightly shaded, light soils, moderate rainfall, Northeast.
Cyrtoccocum	Moderately shaded, light soils, high rainfall.
Desmodium ovalifolium	Densely shaded, light soils, high rainfall, Southern area.
Heteropogon contortus	Slightly shaded, moderate rainfall, light to heavy soils. North and West.
Imperata cylindrica	Slightly shaded, upland soils all over the country.
Microstegium ciliatum	Densely shaded, very high rainfall, light soils, Southern area.
Ottochloa nodusus	Densely shaded, light soils, high rainfall, Southern area.
Oplismenus burmanni	Densely shaded, light soils, high rainfall, Southern and Eastern areas.
Paspalum conjugatum	Slightly shaded, moderately high rainfall, light soils, all over the country.
Rottboellia exaltata	Slightly shaded, light soils, Moderately high rainfall.
Setaria verticelata	Slightly shaded, light to moderately heavy soils, high rainfall.

ACKNOWLEDGMENTS

I sincerely thank Mr. Chanchai Manidool, Head of Animal Nutrition Division, Department of Livestock Development for supplying necessary information and encouragement.

REFERENCES

Anon. (1988). Information of National Resources and Environment of Thailand. Research Institute for Development of Thailand. Bangkok, Thailand. (in Thai).

Anon. (1980). Pasture in the rubber plantation. Rubber Research Centre, Bangkok, Thailand.(Mimeograph).

Andrews, A.C. and Kwaengsopha, S. (1978). The effect of grazing and fertilizer on growth of Binus and Eucalyptue species at Patlia. In: The 4th Report of the Thai-Australian Highland Agricultural Project. Chiang Mai University, Thailand. pp.63-65.

Boonklinkajorn, P. and Duriyaprapan, S. (1976). Herbage yield of selected grosses grown under coconuts. J. of Agric. Sci., 9:358-400 (in Thai).

Boonkerd, S. (1986). Agro-forestry system. Forestry Text Book Funding Project, Bangkok,Thailand.

Boonklinkajorn, P., Duriyaprapan, S. and Pattanavibul, S. (1982). Grazing trial on improved pasture under coconuts. Report No.12. Institute of Scientific Research and technology of Thailand.

Cheva-Isarakul, BS. (1986). Integration of small ruminants and mixed deciduous forest in northern Thailand. In: "Small Ruminant Production Systems in South and Southeast Asia", ed C. Devendra IDRC, Ottawa, Canada. pp.223-234.

Duriyaprapan, S. and Boonklinkajorn, P. (1977). Fertilizer experiment on guinea grass under coconuts. J. of Agric. Sci. 10:201-208 (in Thai)

Manidool, C. (1984). Pastures under coconuts in Thailand. In "Asian Pastures" FFTC Book Series No.25. Taipei, Taiwan. pp. 204-214.

Manidool, C. (1985). Sylvo-pastoral systems in Thailand. Tropical Agricultural Research Series No.18, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. Japan. pp.187-194.

Office of Agricultural Economics. (1987). Agricultural Statistic of Thailand Crop Year 1986/87. Agricultural Statisic No.375. Ministry of Agriculture and Co-operation, Bangkok, Thailand.

Ruangratana, P. (1982). Data on cattle raising under the Eucalyptus plantation at Klongtom. Extension information. Forestry Industry Organisation Bul.(in Thai).

Satapornpong, P. (1979). Cattle raising to control weedy cogon in forest plantation. Forestry Journal 2:155 - 156.

Suwanarak, K. (1987). Weed: Control and prevention. Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai).

วารสารเกษตร 6,1:10-20 (2533)

Journal of Agriculture 6,1:10-20 (1990)

การขุนสุกรโดยใช้หญ้าขนสดทดแทนอาหารข้น

ประเสริฐ โพธิ์จันทร์ [1/] สุมน โพธิ์จันทร์ [1/] และเสาวคนธ์ โรจนสถิตย์ [2/]

UTILIZATION OF FRESH PARA GRASS REPLACING CONCENTRATE FEED FOR PIG FATTENING*

Prasert Pojun [1/], Sumon Pojun [1/] and Sawakon Rojanastid [2/]

ABSTRACT: The objectives of this experiment are to reduce feed cost and to find the proper method of feeding for pig fattening. Twenty weaning crossbred pigs were divided into 4 dietary treatments with 5 replications of Randomized Complete Block Design. Rations fed *ad lib* to pigs of groups 1,2,3 and 4 being 100% concentrate, a mixture of 50% concentrate, 40% chopped green para grass and 10% fresh leucaena (*Leucaena leucocephala*) leaf by weight, a mixture of 40% concentrate, 50% chopped green para grass and 10% fresh leucaena leaf, and a mixture of 40% concentrate and 10% leucaena leaf with 50% unchopped green para grass by weight respectively until 90 kilograms of body weight. The results have shown highly significant difference ($p<.01$) on growth rate, feed conversion ratio and testing period between groups 1,4 and groups 2,3. The carcass quality are comparable. Replacing pig concentrate by different amounts of green roughages reduced feed cost of group 2,3 and 4 for by 84.69,141.80 and 46.99 baht/head respectively. These ways of feeding seem to be appropiate to small farmers and to pig fattening management during critical period when market price falls down and market supply is a surplus.

---

* โครงการวิจัยลำดับที่ 13-0704.29

Research Project No. 13-0704-29

1/ ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ซับหวาย อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 30130

Subwai Animal Nutrition Research Centre, Pakchong, Nakornrajasima 30130

2/ กลุ่มงานวิจัยอาหารข้น กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพ 10400

Animal Nutrition Research, Animal Nutrition Division, Department of Livestock Development, Bangkok 10400

บทคัดย่อ:ศึกษาความเหมาะสมของการใช้หญ้าขนสดระดับสูงร่วมกับอาหารข้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตร การแลกเนื้อ ผลตอบแทน ตลอดจนคุณภาพซากในสุกรขุนตั้งแต่หย่านมถึงน้ำหนัก 90 กิโลกรัม โดยใช้ลูกสุกรพันธุ์ผสมลาร์จไวท์-แลนด์เรซ จำนวน 20 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ซ้ำ ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block ให้ได้รับอาหารแตกต่างกัน 4 ชนิด คือ 1.อาหารข้น 100% (เปรียบเทียบ) 2. อาหารข้น 50% ผสมหญ้าขนสดหั่น 40% + ใบกระถินสดหั่น 10% 3.อาหารข้น 40% ผสมหญ้าขนสดหั่น 50% +ใบกระถินสดหั่น 10% และ 4.อาหารข้น 40% และหญ้าขนสดไม่หั่น 50% +ใบกระถินสดหั่น 10% ผลปรากฏว่าสุกรกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ที่ได้รับอาหารผสมหญ้าขนสดอัตรา 40 และ 50% มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อด้อยกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 4 (P <.01) และใช้ระยะเวลาเลี้ยงนานกว่า (P<.01) กลุ่มที่ 1 แต่สามารถประหยัดค่าอาหารได้ 84.69 และ 141.80 บาท/ตัว ตามลำดับ การให้หญ้าสดกินต่างหากจากอาหารข้นในกลุ่มที่ 4 ไม่มีผลเสียต่อการเจริญเติบโต และยังลดค่าอาหารได้อีก 46.99 บาท/ตัว เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1 ทั้งนี้เพราะสุกรจะเลือกกินอาหารข้นก่อน ทำให้กินหญ้าได้น้อยกว่าอัตราที่กำหนด สำหรับคุณภาพซากของสุกรทุกกลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ดังนั้นสำหรับเกษตรกรที่มีเงินลงทุนน้อยก็อาจเลือกเลี้ยงสุกรขุน โดยวิธีลดอาหารผสมแล้วใช้หญ้าขนสด และใบกระถินสดทดแทน แต่ต้องใช้เวลาเลี้ยงนานขึ้นประมาณเดือนครึ่งถึง 2 เดือน ซึ่งวิธีการให้อาหารแบบนี้จะเป็นประโยชน์ในช่วงที่สุกรล้นตลาด เพราะสามารถชลอการเติบโตของสุกรให้ส่งตลาดได้ช้าลงโดยทุ่นค่าอาหารด้วย

คำนำ

ในการเลี้ยงสุกรขุน อาหารมีความสำคัญอย่างยิ่งอย่างหนึ่งในการสร้างความเจริญเติบโต แต่ในปัจจุบันวัตถุดิบอาหารสัตว์หลายชนิดมีราคาแพง บางชนิดหาซื้อยาก ทำให้ต้นทุนการผลิตสัตว์สูงขึ้น ประกอบกับความไม่แน่นอนของราคาสุกรมีชีวิต (อุไรกุล, 2526) เป็นเหตุให้ผู้เลี้ยงสัตว์มีรายได้น้อยลง วิธีการหนึ่งที่จะช่วยพยุงฐานะผู้เลี้ยงสัตว์ไว้ก็คือ การลดต้นทุนการผลิตสัตว์ โดยลดค่าอาหารซึ่งมีค่าสูงถึง 65-80 เปอร์เซ็นต์ ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด (โรจนสถิตย์และคณะ, 2524) ด้วยการเสริมพืชผักหรือหญ้าสดแก่สุกร หรือใช้ทดแทนอาหารข้นในบางส่วน โดยอาศัยวิธีการหรือเทคนิคใหม่ในการขุน (มณีดุลย์, 2517) เพื่อที่จะให้สุกรนั้นแข็งแรง เติบโตเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่ายรวมทั้งไม่เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของสุกร ด้วยวิธีการนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกชนิดพืชเฉพาะที่เหมาะสมมาเลี้ยง

หญ้าขนหรือมอริชัส (para grass) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า*Brachiaria mutica* เป็นหญ้าประเภทค้างปี กึ่งเลื้อยกึ่งกอ ปลูกขยายพันธุ์ง่ายและมีอยู่ทั่วไป ผลผลิตประมาณ 15 ตันต่อไร่ต่อปี(กองอาหารสัตว์,2520) สามารถตัดสดให้สัตว์กินได้ทุกๆ 45 วัน (แก้วคง ,2527) โดยมีโปรตีน 2.36 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 5.01 เปอร์เซ็นต์ แคลเซี่ยม 0.06 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัส 0.06 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักสด (กาญจนพิบูลย์และคณะ,2527) หญ้าขนสดได้ใช้เป็นอาหารของสุกรมานานแล้ว เพราะนอกจากประหยัดค่าอาหารแล้ว ยังเป็นแหล่งแร่ธาตุวิตามินสำหรับสุกรขุนได้เป็นอย่างดี เผือกผ่องและเวียรศิลป์(2526) รายงานว่าหญ้าขนสดสามารถให้สุกรกินแทนการเสริมแร่ธาตุไวตามินได้ในสุกรขุน ทั้งยังเป็นการประหยัดค่าอาหาร และเพิ่มอัตราการแลกเนื้อดีกว่าพวกที่ไม่ได้ให้หญ้าขน พิกุลทองและคณะ(2502) ศึกษาการใช้อาหารผสมหญ้าขนสดและหยวกกล้วยในระดับต่างๆ ตามขนาดสุกรขุน พบว่าการใช้หญ้าขนสดผสมอาหารให้ผลดี

กว่าอาหารผสมหยวกกล้วย อรรถกมลและคณะ (2501) รายงานว่าการเสริมหญ้าขนในระดับเต็มที่ *ad lib* ก่อนให้อาหารเช้าเย็นในสุกรรุ่น พบว่าสุกรเติบโตเร็วกว่าการเสริมด้วยใบกระถินสดและใบกระถินลวก รายงานในประเทศไต้หวัน(อ้างโดย มณีดุลย์,2517) พบว่าการใช้หญ้าเซาท์อัฟริกันผสมถั่วเดสโมเดียม โดยตัดสดให้สุกรกินก่อนการให้อาหารวันละไม่เกิน 1 กิโลกรัม จะลดต้นทุนเกี่ยวกับอาหารลงได้ 15 เปอร์เซ็นต์และจากการทดลองของศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชับหวาย โดยมั่งมีชัยและคณะ (2528) รายงานว่าการใช้หญ้าขนสดหั่นผสมอาหารเลี้ยงสุกรขุนในอัตรา 40 เปอร์เซ็นต์ หรือใช้หญ้าขนสด 30 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับใบกระถินสด 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดค่าอาหารลงได้ โดยที่การเจริญเติบโตไม่แตกต่างทางสถิติจากกลุ่มเปรียบเทียบ การทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาเพิ่มเติม โดยทดลองเลี้ยงสุกรขุนด้วยอาหารผสมหญ้าขนสดในระดับที่สูงขึ้นเป็น 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับใบกระถินสด 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อศึกษาความเหมาะสมในทางเศรษฐกิจ เช่น การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ คุณภาพซาก ตลอดจนความน่าจะเป็นไปได้ในด้านการลดต้นทุนค่าอาหารให้ต่ำลง เพื่อช่วยเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรโดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อย และลดปัญหาวัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาแพง โดยทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชับหวาย อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ 2529 - มกราคม 2530

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ใช้สุกรหย่านมลูกผสมพันธุ์ลาร์จไวท์แลนด์เรซ 20 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ตัว กำหนด ให้แต่ละกลุ่มประกอบด้วย ผู้ 3 เมีย 2 ตัว ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block แต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารผสมแตกต่างกัน ดังนี้

พวกที่ 1 อาหารข้นล้วน (เปรียบเทียบ)
พวกที่ 2 อาหารข้น 50% + หญ้าขนสดหั่น 40 % + ใบกระถินสดหั่น 10%
พวกที่ 3 อาหารข้น 40% + หญ้าขนสดหั่น 50% + ใบกระถินสดหั่น 10%
พวกที่ 4 อาหารข้น 40% + หญ้าขนสดไม่หั่น 50% + ใบกระถินสดหั่น 10%

สูตรอาหารผสมมีส่วนประกอบดังแสดงในตารางที่ 1 และคุณค่าทางอาหารของหญ้าขนสดและใบกระถินสดในการทดลองครั้งที่แสดงไว้ในตารางที่ 2 นำหญ้าขนสดและใบกระถินสดหั่นผสมอาหารในอัตราที่กำหนด ยกเว้นเฉพาะหญ้าขนสดในกลุ่มที่ 4 ที่ไม่หั่นแต่ให้กินทั้งต้น สุกรทดลองจะถูกเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว พื้นซีเมนต์ ให้อาหาร แบบเต็มที่ *ad lib* วันละ 2 เวลา เช้า-เย็น และมีน้ำให้กินตลอดเวลา บันทึกข้อมูลโดยชั่งน้ำหนักเมื่อเริ่มต้นการทดลอง และต่อไปทุกสัปดาห์เป็นรายตัว บันทึกจำนวนอาหารที่กินได้เป็นรายวัน การทดลองสิ้นสุดเมื่อสุกรมีน้ำหนัก 90 กิโลกรัม ต่อจากนั้นจะสุ่มสุกรเพศผู้กลุ่มละ 3 ตัว นำมาฆ่าชำแหละซากเพื่อประเมินคุณภาพ

Table 1. Composition of the experimental diets at different growing periods.

Ingredients (kg.)	Starting (12-25 kg.)	Growing (25-60 kg.)	Finishing (60-90 kg.)
Rice bran	20	14	15
Ground corn	50	62	69
Fish meal	12	8	3
Soybean meal	14	11	8
Oyster shall meal	1	0.5	1
Salt	0.5	0.5	0.5
Total	97.5	96.-	96.
Calculated CP,(%)	18	15.04	5
ME, (kcal/kg.)	3,030.-	3,065.-	12.02
Ca,(%)	1.05	0.64	3,123.-
P,(%)	0.91	0.71	0.52
Price [1/] (Bht/kg.)	4.41	3.83	0.60
			3.14

[1/] Price of ingredients (Bht/kg.): rice bran 2.83, ground corn 2.30, fish meal 12.30, soybean meal 7.70, oyster shell meal 1.90, salt 2.10.

Table 2. Chemical composition of the experimental para grass and *Leucaena leucocephala*.

Item (%)[1/]	Para grass	*Leucaena leucocephala*
Dry matter	33.21	35.74
Moisture [2/]	6.25	4.59
Crude protein	6.45	19.36
Ether extract	1.38	4.90
Crude fibre	30.24	15.62
Ash	10.41	7.63
N.F.E	45.27	47.90

[1/] Data from section of animal feed analysis, Animal Nutrition Research Centre, Pakchong (1986-1987).

[2/] Moisture of dried samples.

ซากตามวิธีการของ คันธพนิตและชมชัย (2530) และ Pfeiffer (อ้างโดย ศรีพรหมา, 2528) ข้อมูลทั้งหมดนำมาวิเคราะห์โดย Analysis of Variance ตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Range Test

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเจริญเติบโต

จากตารางที่ 3 อัตราการเจริญเติบโตของสุกรขุนในกลุ่มที่ 1,2,3 และ 4 เท่ากับ 706.15,486,426.68 และ 657.66 กรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ 1 (เปรียบเทียบ) ดีกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 ($p<.01$) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่ 4 การเจริญเติบโตของสุกรที่ได้รับอาหารผสมหญ้าขนสดหั่นในอัตรา 40% และ 50% ร่วมกับใบกระถินสด 10% นั้นไม่ดีไปกว่าการเจริญเติบโตของสุกรที่ได้รับอาหารผสมหญ้าขนสดหั่นอัตรา 30% ร่วมกับใบกระถินสด 10% ที่มั่งมีชัยและคณะ (2528) เคยทดลองไว้ (540 กรัมต่อวัน) เพราะอาหารที่ผสมด้วยหญ้าขนสดในอัตราที่สูงขึ้นนี้ มีคุณค่าทางอาหารและการย่อยได้ลดต่ำลง เนื่องจากการมีเยื่อใยเพิ่มสูงขึ้น (คันโธ, 2529) และสุกรได้รับอาหารข้นโดยเฉพาะโภชนะที่สำคัญคือพลังงานและโปรตีนลดลง สำหรับการเจริญเติบโตของสุกรในกลุ่มที่ 4 ที่ค่อนข้างดีกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 และไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่ 1 นั้น เป็นเพราะสุกรในกลุ่มที่ 4 มีโอกาสเลือกกินอาหารข้นจนหมดก่อนที่จะกินหญ้าขนสด

2. ปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง

เมื่อเพิ่มระดับหญ้าขนสดในอาหาร ปรากฏว่า ปริมาณอาหารที่สุกรกินได้จะมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็พบว่าจำนวนอาหารข้นที่กินได้ลดลง กล่าว คือในกลุ่มที่ 1 ใช้อาหารข้น 207 กก./ตัว แต่กลุ่มที่ 3 ที่ผสมหญ้าขนสดอัตรา 50% ของอาหารข้น จะกินอาหารข้นร่วมกับหญ้าขนสดและใบกระถินสด 419.67 กก./ตัว ซึ่งคิดเป็นปริมาณอาหารข้น ที่ใช้เพียง 167.86 กก./ตัว ทำให้ประหยัดอาหารข้นได้ 39.14 กก./ตัว ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ทุกกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ส่วนกลุ่มที่ 4 ซึ่งวิธีการให้อาหารแตกต่างจากพวกอื่นๆ โดยการให้หญ้าขนสดกินแยกต่างหาก จะเห็นว่าอาหารทั้งหมดที่กินคือ 318.07 กก./ตัว คิดเป็นอาหารข้นได้เท่ากับ 194.83 กก./ตัว กินหญ้าขนสด 74.53 กก./ตัว และกินใบกระถินสด 48.71 กก./ตัว หรือกินหญ้าขนสดได้เพียง 23.4 % ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากสุกรเลือกอาหารได้ ดังนั้นสุกรจะเลือกกินอาหารข้นซึ่งทำให้ได้รับพลังงานพอเพียงกับความต้องการของร่างกายก่อน ต่อจากนั้นจึงจะเลือกกินหญ้าขนสด โดยเฉพาะสุกรที่มีขนาดน้ำหนักเกิน 60 กก.มักไม่ค่อยกินหญ้าขนสด แต่จะเลือกกินอาหารข้นมากกว่า

Table 3. Mean value o f daily weight gain. feed coversion ration, feed consum ption and econemic aspect of pig fed para grass replacing concentrate from weaning weight to 90 kg. body weight.

Item	100% Concentrate (control)	50% Concentrate + 40% chopped PG + 10% LL	40% Concentrate + 50% chopped PG + 10% LL	40% Concentrate + 50% unchopped PG + 10% LL	CV %
No. of animals	5	5	5	5	-
Initial weight (kg.)	20.70	20.60	20.80	20.60	-
Finishing weight (kg.)	91.52	90.56	91.92	92.00	-
Weight gain (kg.)	70.84	69.96	71.12	71.40	-
Feeding period (days)	100.80^{a}	144.20^{b}	166.60^{b}	109.20^{c}	7.60
Daily weight gain (g.)	706.15^{a}	486.00^{b}	426.68^{b}	657.66^{c}	1.82
Total feed intake (kg.)					
-as fed	207.-	370.27	419.67	318.07	-
-air dried	207.-^{a}	247.55^{b}	252.55^{b}	236.99^{c}	2.13
Feed conversion ratio (FCR)	2.92^{a}	3.54^{b}	3.55^{b}	3.23^{c}	2.64
Concentrate intake (kg.)	207.-	185.13	167.86	194.83	-
Fresh LL intake (kg.)	-	37.03	41.97	48.71	-
Fresh PG intake (kg.)	-	148.11	209.84	74.53	-
Feed cost (Bht/head)	731.38	691.12	652.53	706.75	-
Feed cost (Bht)/kg.gain	10.32	9.88	9.17	9.90	-
Feed cost reduction (Bht/head)	-	40.26	78.85	24.63	-

PG = Para grass,LL= *Leucaena leucocephala*
Mean values in the sam row with different superscripts are different at $p<0.01$
1/ Calculated feed cost for concentrate and fresh para grass only: concentrate 4.30,3.82 and 3.13 Bht/kg. for pig diets at weaning-25 kg, 25-60 kg. and 60-91 kg, raspectively, para grass 0.30 Bht/kg.

3.อัตราแลกเนื้อ

อัตราแลกเนื้อของสุกร เมื่อคิดจากอาหารผสมที่กินในสภาพน้ำหนักแห้ง (air dried basis) มีค่า 2.92, 3.54, 3.55 และ 3.32 ในกลุ่มที่ 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ 2,3 และ 4 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p<.01) กับกลุ่มที่ 1 (เปรียบเทียบ) ทั้งนี้เป็นเพราะคุณค่าทางอาหารของหญ้าขนสดต่ำกว่าอาหารข้น สุกรต้องใช้อาหารในปริมาณสูงจึงจะเพียงพอต่อความต้องการ ทำให้อัตราแลกเนื้อด้อยลงกว่าพวกเปรียบเทียบ ทำนองเดียวกับที่โรจนสถิตย์และคณะ (2524) รายงานว่าอัตราและเนื้อของสุกรขุนด้อยลง (4.00,4.17 และ 4.45) เมื่อใช้ผักตบชวาแห้งผสมอาหารในระดับที่สูงขึ้น (10,15 และ 20%)

4.ระยะเวลาทดลอง

ตั้งแต่เริ่มทดลอง เมื่อสุกรมีน้ำหนักประมาณ 20 กิโลกรัมจนถึงน้ำหนักประมาณ 90 กก.สุกรกลุ่มที่ 1 ใช้เวลา 100.8 วัน น้อยกว่า กลุ่มอื่นๆ (p<.01) ยกเว้นกลุ่มที่ 4 (ตารางที่ 3) โดยกลุ่ม ที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมหญ้าขนสดหั่นในอัตรา 50% ของอาหารข้น ใช้เวลาเลี้ยงนานที่สุดเท่ากับ 166.6 วัน ทั้งนี้เนื่องจากสุกรกลุ่มอื่นๆ เจริญเติบโตช้ากว่าสุกรที่ได้รับอาหารข้นเต็มที่สำหรับ ระยะเวลาเลี้ยงโดยปกติทั่วไป ซึ่งศิริเสถียร (2529) กล่าวว่าสุกรอายุตั้งแต่เกิดถึง 154 วัน (รวม ระยะหย่านม 56 วัน) จะมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 80-100 กก. และจากรายงานของ ศาลยาชีวิน (2516) ที่พบว่า การเลี้ยงสุกรลูกผสมพันธุ์ลาร์จไวท์ แลนด์เรซ จากหย่านมจนถึงน้ำหนัก 90 กก. ด้วยอาหารผสมโปรตีน 16% มีส่วนผสมหลักคือ ปลายข้าว, รำ, ปลาป่น ใช้เวลาเลี้ยง 110 วัน

5.ต้นทุนค่าอาหาร

จากการคิดต้นทุนค่าอาหารโดยคิดเฉพาะค่าอาหารข้น และหญ้าขนสด (ตารางที่ 3) ปรากฏว่าสุกรกลุ่มที่ 1 สิ้นเปลืองค่าอาหารมากที่สุดคือ 731.38 บาท กลุ่มที่ 2,3 ที่ได้รับอาหารที่ผสมขนสด 40% และ 50% จะสิ้นเปลืองค่าอาหาร 691.12 และ 652.53 บาท ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ 4 ซึ่งให้หญ้าขนสดกินต่างหาก สิ้นเปลืองค่าอาหาร 706.75 บาท รองลงมาจากพวกเปรียบเทียบซึ่งเมื่อพิจารณาในแง่การลดต้นทุนการผลิตสุกรแล้ว จะพบว่าสุกรกลุ่มที่ 3 ซึ่งได้รับอาหารที่ผสมหญ้าขนสดหั่นอัตรา 50% ของอาหาร สามารถประหยัดค่าอาหารลงได้มากที่สุดคือ 78.85 บาทต่อตัว รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ 2 คือ 40.26 บาทต่อตัว แต่อย่างไรก็ตามผลจากการทดลองนี้ให้ผลตอบแทนน้อยกว่าที่มั่งมีชัยและคณะ (2528) ที่รายงานไว้ว่า การใช้หญ้าขนสด 30% ร่วมกับใบกระถินสด 10% ทดแทนในอาหารข้นเลี้ยงสุกรขุนหย่านมถึง 100 กิโลกรัม สามารถลดต้นทุนค่าอาหารได้มากถึง 230.45 บาทต่อตัว (หรือ 196.20 บาทต่อตัว เมื่อคิดค่าหญ้าขนสดด้วย) โดยที่สุกรยังคงเจริญเติบโตเป็นปกติเมื่อเทียบกับพวกที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นแต่อย่างเดียว

6.คุณภาพซาก

จากผลการศึกษาคุณภาพซากสุกร ดังรายละเอียดตามตารางที่ 4 พบว่าลักษณะที่ศึกษา เช่นเปอร์เซ็นต์ซาก, ความยาวซาก, ความหนาของไขมันที่สันหลัง, พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ตลอดจนการประเมินคุณภาพซากด้วยค่า LSQ นั้น ทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แสดงให้เห็นถึงคุณภาพซากของสุกรทุกกลุ่มที่ดีทัดเทียมกัน สำหรับเปอร์เซ็นต์ซากในการทดลองนี้มีแนวโน้มด้อยกว่าที่ศิริเสถียร (2529) รายงานว่า โดยทั่วไปสุกร น้ำหนักระหว่าง 87-92 กก. ควรมีเปอร์เซ็นต์ซาก 73.8-74.4% มีความยาวซาก 30.7 นิ้ว (76.78 ซม.) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน 4.99 ตร.นิ้ว (31.19 ตร.ซม.) ส่วนความหนาของมันสันหลัง ใกล้เคียงกับที่คันธพนิต (2531) รายงานว่า ความหนาของมันสันหลังสุกรยุคปัจจุบันควรมีค่าไม่เกิน 2.5 ซม.

จากผลการทดลองที่ปรากฏว่าเมื่อใช้หญ้าขนสดหั่นผสมในอาหารระดับสูงขึ้นเป็น 40% และ 50% จะให้ผลตอบแทนต่ำกว่าที่มังมีชัย และคณะ (2528) ได้เคยรายงานไว้ในการทดลองใช้หญ้าขนสดหั่น 30% ร่วมกับใบกระถินสด 10% ทดแทนในอาหารข้นเลี้ยงสุกรระยะรุ่น-ขุน (หย่านม- 100 กก.) แต่อย่างไรก็ตามสำหรับการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้หญ้าขนสดหั่นผสมในอาหารเพิ่มขึ้น จะสามารถลดต้นทุนค่าอาหารลงได้ ถึงแม้ว่าสุกรจะมีอัตราการเจริญเติบโต ตลอดจนอัตราการแลกเนื้อด้อยลง และต้องใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนานขึ้นก็ตาม จึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่เหมาะสม สำหรับเกษตรกรรายย่อยที่มีเงินทุนค่อนข้างจำกัด และมีแรงงานในครอบครัวพอที่จะดำเนินการได้ นอกจากนี้ยังจะเป็นประโยชน์ในการช่วยชลอการเจริญเติบโตของสุกรให้ส่งตลาดได้ช้าลง ในช่วงเวลาวิกฤติที่ราคาสุกรตกต่ำ หรือสุกรล้นตลาดอีกด้วย

สรุปผลการทดลอง

1. การใช้หญ้าขนสดหั่นผสมในอาหารอัตรา 40% และ 50% ร่วมกับใบกระถินสด 10% ของอาหารข้น สามารถลดต้นทุนค่าอาหารได้ 40.26 และ 78.85 บาทต่อตัว โดยสุกรมีการเจริญเติบโต, อัตราการแลกเนื้อด้อยกว่า ($p<.01$) และใช้ระยะเวลาเลี้ยงนานกว่า ($p<.01$) พวกเปรียบเทียบ ที่ใช้อาหารข้นแต่เพียงอย่างเดียว

2. การให้หญ้าขนสดกินทั้งต้นนั้น สุกรมักไม่ค่อยสนใจกินหญ้าขนสด แต่จะเลือกกินอาหารข้นมากกว่า เป็นเหตุทำให้กินหญ้าขนสดได้น้อยกว่าอัตราที่กำหนด โดยกินได้เพียง 23.4% ของอาหารทั้งหมดหรือเพียงวันละ 682 กรัมต่อตัว แต่ก็ยังลดต้นทุนค่าอาหารได้ 24.63 บาทต่อตัว สุกรมีการเจริญเติบโตและใช้เวลาเลี้ยงช้าลงบ้าง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากสูตรเปรียบเทียบ

Table 4. Carcass characteristics of pigs fed para grass replacing concentrate diet at weaning -90 kg. body weight.

Item[1]	100% Concentrate (control)	50% Concentrate + 40% chopped PG + 10% LL	40% Concentrate + 50% chopped PG + 10% LL	40% Concentrate + 50% unchopped PG + 10% LL	CV %
Live weight (kg.)	94.20	91.06	90.53	94.06	-
Hot carcass weight (kg.)	67.74	63.86	63.73	66.06	-
Dressing percentage (%)[2]	70.46^{a}	68.72^{a}	68.97^{a}	68.82^{a}	1.75
Carcass length (cm.)	74.26^{a}	74.16^{a}	76.33^{a}	72.86^{a}	1.57
Backfat thickness (cm.)	2.71^{a}	2.22^{a}	3.16^{a}	2.52^{a}	17.91
Loin eye area (sqcm.)	39.36^{a}	37.80^{a}	40.58^{a}	40.53^{a}	9.42
LSQ[3]	0.337^{a}	0.337^{a}	0.280^{a}	0.345^{a}	6.90
Carcass evaluation based on LSQ	Extreme	Extreme	Extreme	Extreme	-

LL=*leucaena leucocephala*, PG= Para grass

1. Mean value in the same row woth the same superseript are not different.

2. $\frac{\text{(Hot carcass weight-2\% Hot carcass weight)}}{\text{Live weight}} \times 100$ (คันธพนิต และชมชัย,2530)

3. Lendenstarke-Speck-Guotient (ศรีพรหมา, 2528)

เอกสารอ้างอิง

กองอาหารสัตว์.(2520). หญ้าสำหรับเลี้ยงสัตว์, เอกสารวิชาการ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, เอกสารโรเนียว.18 หน้า.

ศรีพรหมา, จุฑารัตน์.(2528). แนะนำวิธีใหม่ในการประเมินคุณภาพซากสุกรแบบง่าย.แก่นเกษตร.13(5) : 260-264.

คันธพนิต, ชัยณรงค์. และ ชมชัย, ศรีสุวรรณ. (2530), การประกวดสุกรในวันสุกรแห่งชาติ ครั้งที่ 1. สุกรสาส์น. 14 (54) : 51-61.

คันธพนิต, ชัยณรงค์. (2531) คุณภาพซากสุกร สุกรสาส์น. 14(56): 5-13.

มณีคุลย์,ชาญชัย. (2517). การใช้หญ้าเลี้ยงสุกร.สุกรสาส์น. 1(1) : 47-56.

แก้วคง, ทวี. (2527). ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และการจัดการ. โภชนศาสตร์สัตว์เบื้องต้น และการให้อาหารสัตว์. วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา, วิทยาเขตนครศรีธรรมราช, กรุงสยามการพิมพ์ กรุงเทพฯ: 103-115.

อรรถกมล, นที. กรีธาพล, อิสระ., ศาลยาชีวิน, อวยชัย., ศรีนิเวศน์, สุพจน์. และ ยุทธวิสุทธิ, ประเสริฐ. (2501). การทดลองศึกษาหาคุณภาพทางอาหารของหญ้าขนสด ใบกระถินสด ใบกระถินลวก เป็นส่วนประกอบของอาหารในการเลี้ยงสุกรรุ่น. เอกสารทางวิชาการ กองส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์. เอกสารโรเนียว.9 หน้า.

ศิริเสถียร, นาม. (2529). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพซากและการวัดซาก. เอกสารประกอบการบรรยาย หลักสูตรการดำเนินงานวิชาการด้านผลิตปศุสัตว์ ณ ศูนย์วิจัย และบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่. เอกสารโรเนียว. 15 หน้า.

กาญจนพิบูลย์, นวลมณี., พานิชผล, วารุณี., บุญเนือง, จีรพัฒน์., โสภณ, นิศา., ศุกระรุจิ, พูลศรี., หิรัญสุรงค์, วิภา., และ บุญนาค, สุมนทิพย์., (2527). ผลการวิเคราะห์หาอาหารสัตว์.รายงานผลการวิจัย สาขาผลิตปศุสัตว์ ปี พ.ศ.2527. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.

เผือกผ่อง, บุญลือ. และเวียรศิลป์, เทอดชัย. (2526). การใช้หญ้าขนเป็นอาหารเสริมแร่ธาตุและไวตามินในอาหารสุกรขุนที่มีและไม่มีปลาป่น. สุกรสาส์น. 9(35) : 37-45.

พิกุลทอง, พยอม., บุณยนิยม, อุกฤษฎ์., ศรีนิเวศน์, สุพจน์., ศาลยาชีวิน, อวยชัย., และยุทธวิสุทธิ, ประเสริฐ. (2502). การทดลองศึกษาคุณภาพทางอาหารของหญ้าขนกับหยวกกล้วยในสุกรขุน. เอกสารทางวิชาการ กองส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์. เอกสารโรเนียว. 11 หน้า.

มั่งมีชัย, สถิต., โพธิ์จันทร์, สุมน., โพธิ์จันทร์, ประเสริฐ., อินทรสมใจ, เทอด., มณีคุลย์, ชาญชัย.และโรจนสถิตย์, เสาวคนธ์. (2528). การศึกษาการใช้หญ้าขนสดเป็นอาหารสุกรขุน. รายงานการประชุมทางวิชาการปศุสัตว์ ครั้งที่ 4 กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ.

อุไรกุล, สากล.(2526). ปัจจัยที่กระทบต่อการผลิตและการตลาดสุกร. ข่าวพาณิชย์. ฉบับวันที่ 6 กรกฎาคม. 4 หน้า.

โรจนสถิตย์, เสาวคนธ์., แสงโชติ, สายขิม., มิตรไพบูลย์, กัลยา., สนิทวงศ์, จินดา., อาตมางกูร, สวัสดิ์. และ มณีดุลย์, ชาญชัย. (2524). ผลการทดลองใช้ผักตบชวาแห้งเป็นอาหารสุกรขุน. เอกสารวิชาการ กองอาหารสัตว์. เอกสารโรเนียว. 8 หน้า.

ศาลยาชีวิน, อวยชัย.(2516). ข้อสังเกตบางประการในการใช้ปลาป่นอัดน้ำมันชั้นดีในระดับต่ำร่วมกับปลายข้าวจ้าว และปลายข้าวเหนียวเลี้ยงสุกรระยะเติบโตถึงส่งตลาด. รายงานประจำปี 2516. สำนักงายวิจัยเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. หน้า 383-386.

คันโธ, อุทัย.(2529). อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. เรียบเรียงครั้งที่ 2, ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 297 หน้า.

วารสารเกษตร 6,1:21-40 (2533)

Journal of Agriculture 6,1:21-40 (1990)

การประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนม โดยวิธีเรดิโออิมมูนโนแอสเซ

เพทาย พงษ์เพียจันทร์ และ ทัศนีย์ อภิชาติสรางกูร

ASSESSMENT OF REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN DAIRY CATTLE BY RADIOIMMUNOASSAY

Petai Pongpiachan and Tusanee Apichartsrungkoon

ABSTRACT: Milk progesterone were taken from dairy cows in Chiang Mai province on days 22, 42 and 64 postbreeding. Milk progesterone concentration was measured by radioimmunoassay (RIA) method. The milk samples were obtained from cross-bred cows (Native x Holstein-Friesian) with Holstein-Friesian blood ranging from 50 to over 80 percent. Mean milk progesterone concentration of nonpregnant cows on days 22, 42 and 64 after insemination were 4.25, 3.70 and 3.58 ng/ml respectively. Among pregnant groups, the average milk progesterone levels were 9.76, 11.47 and 11.08 ng/ml on days 22, 42 and 64 after insemination respectively. Accuracy of nonpregnant and pregnant forecast on days 22, 42 and 64 after breeding were 90.9 and 82.8, 50.0 and 96.4, 100 and 92.3 percent respectively. Reproductive efficiency of the cows, in terms of pregnancy rate, were 67.3 percent. This study confirm that the use of RIA provides great potential in pregnancy diagnosis and increase reproductive efficiency in dairy cows.

บทคัดย่อ: ทำการเก็บตัวอย่างน้ำนม จากโคนมในจังหวัดเชียงใหม่ ในวันที่ 22, 42 และ 64 หลังวันผสมเทียม เพื่อวิเคราะห์ หาระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรน (Progesterone)โดยวิธี เรดิโออิมมูนโนแอสเซ (Radioimmunoassay, RIA) โคส่วนใหญ่เป็นลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองและโฮสไสตน์-ฟรีเชี่ยน (Holstein-Friesian) โดยมีเลือดโคพันธุ์โฮสไสตน์ฟรีเชี่ยน อยู่ระหว่าง 50 ถึง มากกว่า 80 เปอร์เซนต์ วัดระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนมของโคที่ไม่ตั้งครรภ์ได้ 4.25, 3.70 และ 3.58 นนก./มล. ส่วนโคกลุ่มที่ตั้งครรภ์วัดได้ 9.76, 11.47 และ 11.08 นนก./มล. ในวันที่

ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002.

Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Chiangmai University, Chiang Mai 50002.

22, 42 และ 64 หลังวันผสมพันธุ์ตามลำดับ ความแม่นยำในกวรวัดสภาวะไม่ตั้งครรภ์ และ ตั้งครรภ์ ในวันที่ 22 หลังวันผสมพันธุ์มีค่า 90.9 และ 82.8 วันที่ 42 หลังวันผสมพันธุ์มีค่า 50.0 และ 96.4 วันที่ 64 หลังวันผสมพันธุ์มีค่า 100 และ 92.3 เปอร์เซนต์ตามลำดับ อัตราการตั้งท้องของโคมีค่าเฉลี่ย 67.3 เปอร์เซนต์ การทดลองครั้งนี้ยืนยันได้ว่า วิธีการเรดิโออิมมูนโนแอสเซ ช่วยการตรวจสอบการตั้งครรภ์ในโคนมได้อย่างแม่นยำ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมได้เป็นอย่างดี.

คำนำ

ในการประกอบกิจการโคนม ผู้เลี้ยงจำเป็นต้องควบคุมต้นทุนการผลิตให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนการผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นคือความล่าช้าในการผสมติดของแม่โค โดยแต่ละรอบการเป็นสัด (Oestrous cycle) ที่แม่โคผสมไม่ติด หมายถึงเวลาการเริ่มต้นผลิตน้ำนมหลังการคลอดลูกตัวต่อไปจะล่าช้าออกไป ทำให้รายได้ที่ควรจะได้รับจากการขายน้ำนมบางส่วนหายไป ดังนั้น การเพิ่มอัตราการผสมติด (Conception rate) จึงช่วยเพิ่มทั้งประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ และการผลิตน้ำนมของโคนม การเพิ่มอัตราการผสมติดในเบื้องต้นนี้ จำเป็นต้องทราบก่อนว่าแม่โคผสมติดแล้วหรือไม่ วิธีการดั้งเดิมได้แก่ เกษตรกรดูจากการที่แม่โคไม่แสดงอาการเป็นสัด (Oestrus) ในวันที่ 21 หลังการผสมพันธุ์ ซึ่งถ้าโคเป็นสัดไม่ชัด หรือ การตรวจการเป็นสัดคลาดเคลื่อนไป อาจทำให้เข้าใจว่าโคตัวนั้นตั้งท้องแล้ว จากการค้นพบวิธีเรดิโออิมมูนโนแอสเซ (Radioimmun - oassay; RIA) ของ Yarlow and Berson (1960) ทำให้มีการประยุกต์วิธีการนี้ในทางชีววิทยา และวิทยาศาสตร์สุขภาพอย่างกว้างขวาง รวมทั้งใช้ตรวจสอบการตั้งครรภ์ในโคด้วย วิธีการหนึ่งในการตรวจการตั้งครรภ์ในโคสามารถทำโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรน (Progesterone) ในพลาสม่า (Plasma) ดังรายงานของ Donaldson *etal.* (1970)., Stabenfeldt *et al.* (1970)., Hendericks *et al.* (1971)., Robertson and Sada (1971., Glencross *et al.* (1973)., *Shemesh et al.* (1973); Hoffmann et al. (1976)., และ Walters (1976) หรือ วิเคราะห์จากน้ำนม (Darling *et al.* 1974., Hoffmann *et al.* 1976., Holdsworth *et al.* 1976., Pennington *et al.* 1976., Walters, 1976., Bulman, 1979., Booth *et al.* 1979., Eastman, 1979., Shemesh *et al.* 1983., และ กมลพัฒนะ และคณะ 2531) แต่การตรวจจากพลาสม่า นั้นทำให้โคเครียดเนื่องจากการเจาะเลือดซึ่งเกษตรกรไม่ชอบ การตรวจจากน้ำนมจึงง่ายกว่า และเกษตรกรสามารถเก็บตัวอย่างน้ำนมได้ด้วยตนเอง (Bulman, 1976).

การเก็บตัวอย่างน้ำนมเพื่อตรวจสภาพการตั้งครรภ์ นิยมเก็บภายหลังโคผสมพันธุ์ไปแล้ว 21 ถึง 24 วัน ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนมโคหลังการผสมพันธุ์ 19 ถึง 25 วัน มีค่า 2.0 และ 13.9 นาโนกรัมต่อน้ำนม 1 มิลลิลิตร (นนก./มล.) ในโคไม่ตั้งท้อง และ ตั้งท้อง ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ปริมาณฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนมของโคทั้งสองกลุ่ม

Table 1. Progesterone concentration in milk in pregnant and nonpregnant cows assayed by radioimmunoassay at various days after insemination.

Days after insemination	Milk progesterone (ng/ml ± S.E.M.) Nonpregnant	Pregnant	References
19	-	21.3	Ginther *et al.* (1976)
19-23	2.1	15.7	Dobson and Fitzpatrick (1976)
21	1.80 ± 0.26	7.23 ± 0.89	Schiavo *et al.* (1975)
	1.45 ± 0.20	6.01 ± 0.23	Cavestany and Foode (1985)
21-22	3.00 ± 0.30	18.5 ± 0.60	Pennington *et al.* (1976)
21-30	4.20 ± 0.92	7.50 ± 0.52	Heap *et al.* (1976)
	3.60 ± 0.70	7.70 ± 0.57	Heap *et al.* (1976)
22	-	21.3 ± 3.90	Ginther *et al.* (1976)
22-26	1.56 ± 2.03	21.9 ± 9.67	Kamonpatana *et al.* (1988)
23	1.00 - 4.30	3.40 - 23.6	Macfarlane *et al.* (1977)
	1.06 ± 0.10	5.89 ± 0.17	Cavestany and Foote (1985)
24	-	12.7 - 29.0	Booth and Holdsworth (1976)
	-	19.3 - 24.3	Booth *et al.* (1979)
	-	31.8 ± 2.90	Holdsworth *et al.* (1980)
	-	4.73 ± 2.20	Shemesh *et al.* (1983)
25	1.14 ± 0.06	6.15 ± 0.19	Cavestany and Foote (1985)
Mean	2.0	13.9	

มีความแตกต่างอย่างเด่นชัดเพียงพอสำหรับใช้ตรวจสอบการตั้งครรภ์ เนื่องจากค่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในโคที่ไม่ตั้งท้อง มีช่วงตั้งแต่ 0.1 ถึง 4.3 นนก./มล. และพวกตั้งท้องมีค่าตั้งแต่ 3.4 ถึง 31.8 นนก./มล. ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวิธีการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการแต่ละที่ และตัวอย่างน้ำนมที่มีธรรมชาติแตกต่างกันอยู่แล้ว ดังนั้น มาตรฐานความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนที่ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งใช้ในการตัดสินสภาพการตั้งครรภ์ จึงมีค่าที่แตกต่างกันไป สภาพการตั้งครรภ์ของโคนมอาจแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือไม่ตั้งท้อง, ตั้งท้อง และ สงสัย กลุ่มสงสัยมีค่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนใกล้เคียงกับกลุ่มไม่ตั้งท้องและตั้งท้อง

ทำให้ตัดสินอย่างแน่นอนไม่ได้ จากการตรวจเอกสารเกณฑ์เฉลี่ยของการแบ่งกลุ่มมีดังนี้ ต่ำกว่า 4.62, มากกว่า 8.97 และระหว่าง 4.61 และ 8.52 นนก./มล. เป็นค่าตัดสินสภาพไม่ตั้งท้อง ตั้งท้อง และ สงสัยตามลำดับ (ตารางที่ 2) ส่วนความแม่นยำในการทำนายการตั้งครรภ์ที่

Table 2. Classification of dairy cows as nonpregnant, pregnant or doubtful from progesterone levels in milk.

Days after insemination	Milk progesterome (ng/ml±S.E.M.)			References
	Nonpregnant	Pregnant	Doubtful	
21	< 2.36	> 7.12	2.36-7.12	Schiavo *et al*. (1975)
	< 2.00	> 11.0	2.00-11.0	Hoffmann *et al*. (1976)
	<8 .90	> 15.5	8.90-15.5	Heap *et al*. (1976)
	< 1.50	-	-	Pop *et al*. (1976)
	< 8.00	> 11.0	8.00-11.0	Pennington *et al*. (1976)
	< 3.20	> 3.20	-	Macfarlane *et al*. (1977)
23				
	< 5.50	> 7.50	5.50-7.50	Booth *et al*. (1979)
24	< 5.50	> 7.50	5.50-7.50	Holdsworth *et al*. (1980)
Mean	< 4.62	> 8.97	4.61-8.52	

แม่นยำที่สุดคือ ไม่ตั้งท้องทำนายถูกต้อง 97 เปอร์เซนต์ การทำนายว่าตั้งท้องมีความแม่นยำ 82.5 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 3 และ 4)

Table 3. Accuracy of prediction of nonpregnant in dairy cows from milk progesterone levels.

% Accuracy	References
100	Bulman (1976)
91	Dobson and Fitzpatrick (1976)
100.0	Hoffmann *et al.* (1976)
97.1	Heap *et al.* (1976)
97.5	Pope *et al.* (1976)
98.0	Pennington *et al.* (1976)
98.7	Pennington *et al.* (1976)
98.0	Pennington *et al.* (1977)
100.0	Macfarlane *et al.* (1977)
97.0	Booth *et al.* (1979)
100.0	Eastman (1979)
98.0	Foote *et al.* (1976)
100.0	Holdsworth *et al.* (1980)
100.0	Shemesh *et al.* (1983)
83.4	Laitinen *et al.* (1985)
94.5	Nebel *et al.* (1987)
95.3	Worsfold *et al.* (1987)
Mean 97.0	

Table 4. Accuracy of prediction of pregnant in dairy cows from milk progesterone levels.

	% Accuracy	References
	81.7	Bulman (1976)
	81.0	Dobson and Fitzpatrick (1976)
	78.3	Hoffmann *et al.* (1976)
	79.5	Heap *et al.* (1976)
	77.6	Pennington *et al.* (1976)
	77.4	Pennington *et al.* (1976)
	94.6	Macfarlane *et al.* (1977)
	76.3	Pennington *et al.* (1977)
	84.5	Booth *et al.* (1979)
	83.3	Eastman (1979)
	80.0	Foote *et al.* (1979)
	96.7	Holdsworth *et al.* (1980)
	79.0	Shemesh *et al.* (1983)
	85.6	Laitinen *et al.* (1985)
	75	Nebel *et al.* (1987)
	89.7	Worsfold *et al.* (1987)
Mean	82.5	

ประสิทธิภาพในการสืบพันธุ์ของโคนม วัดในรูปอัตราการตั้งครรภ์ มีค่าตั้งแต่ 54.5 ถึง 88.5 เปอร์เซนต์ โดยมีค่าเฉลี่ย 74 เปอร์เซนต์ ส่วนสัดส่วนของโคที่อยู่ในสภาพไม่ตั้งท้องมี 10.3 ถึง 40 เปอร์เซนต์ มีค่าเฉลี่ย 23.4 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 5 และ 6) ส่วนโคในกลุ่มสงสัยมี 1.2 ถึง 1.7 เปอร์เซนต์เฉลี่ย 3.6 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 7) ความแปรปรวนนี้ขึ้นกับฝูงโคและสภาพการจัดการที่แตกต่างกัน

วัตถุประสงค์ในการทดลองครั้งนี้เพื่อตรวจสอบการใช้นิวเคลียร์เทคโนโลยี ในการตรวจการตั้งครรภ์ของโคนมโดยวิธีเรดิโออิมมูนโนแอสเซ และวัดประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมในจังหวัดเชียงใหม่

Table 5. Test results of nonpregnant in dairy cows from milk progesterone levels.

Percentage	References
10.3	Booth and Holdsworth (1976)
16.3	Hoffmann *et al.* (1976)
19.5	Heap *et al.* (1976)
25	Pope *et al.* (1976)
39.8	Pennington *et al.* (1976)
30.3	Macfarlane *et al.* (1977)
40.0	Pennington *et al.* (1977)
20.0	Booth *et al.* (1979)
40.0	Foote *et al.* (1979)
12.9	Holdsworth *et al.* (1980)
17.9	Laitinen *et al.* (1985)
17.0	Davies *et al.* (1987)
15.6	Worsfold *et al.* (1987)
Mean 23.4	

Table 6. Test results of pregnant in dairy cows from milk progesterone levels.

Percentage	References
88.5	Booth and Holdsworth (1976)
79.4	Hoffmann *et al.* (1976)
73.0	Heap *et al.* (1976)
54.5	Pennington *et al.* (1976)
69.7	Macfarlane *et al.* (1977)
57.3	Pennington *et al.* (1977)
77.9	Booth *et al.* (1979)
60.0	Foote *et al.* (1979)
85.7	Holdsworth *et al.* (1980)
82.1	Laitinen *et al.* (1985)
80.2	Davies *et al.* (1987)
79.6	Worsfold *et al.* (1987)
Mean 74.0	

Table 7 . Test results of doubtful in dairy cows from milk progesterone levels.

Percentage	References
1.2	Booth and Holdsworth (1979)
4.4	Hoffmann *et al.* (1976)
7.5	Heap *et al.* (1976)
5.7	Pennington *et al.* (1976)
2.8	Pennington *et al.* (1977)
2.1	Booth *et al.* (1979)
1.4	Holdsworth *et al.* (1980)
2.8	Davies *et al.* (1987)
4.8	Worsfold *et al.* (1987)
Mean 3.6	

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองนี้ใช้โคนมลูกผสม ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน (Holstein-Friesian) กับโคพื้นเมือง มีเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ตั้งแต่ 50 ถึง 80 เปอร์เซนต์ขึ้นไป โคเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นของเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดเชียงใหม่ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำนมเพื่อวิเคราะห์หาระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในวันที่ 22 หลังการผสมเทียม มีการเก็บน้ำนมวันผสม และวันที่ 6 หลังผสมพันธุ์เพื่อใช้ตัดสินสภาพไม่ตั้งท้อง และกลุ่มสงสัย ส่วนตัวอย่างน้ำนมวันที่ 42, 120 และ 180 หลังจากการผสมพันธุ์จากแม่โคที่แน่ใจว่าตั้งครรภ์แล้ว ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการตัดสินการตั้งท้อง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ประกอบไปด้วย เครื่องนับการแผ่รังสีของตริเตียม (Tritium., ^{3}H) จากฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรน ชนิด Liquid Scintillation Counter (1209 RACKBETA)[1] เครื่องปั่นแยกที่ควบคุมอุณหภูมิได้(MISTRAL 3000)[2] เครื่องวัดพีเอ็ช (pH-Meter CG 803)[3] เครื่องผสมวอร์เทกซ์ (Vortex mixer, Vortex-Genie) โมเดล K-550-GE[4] และเครื่องแมกนิติค สเตอร์เรอร์ (Magnetic stirrer)[4]

สารละลายพีบีเอส (Phosphate-buffered saline., PBS) เตรียมจากสารละลาย 3 ชนิดคือ

ก โซเดียม ไดไฮโดรเจน ฟอสเฟต ไดไฮเดรท (Sodium dihydrogen phosphate dihydrate, Merk; Art. 6345) สูตรโครงสร้าง $NaH_2PO_4.2H_2O$ ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ (M) หรือ 78.004 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร

ข ไดโซเดียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต (Disodium hydrogen phosphate, May and Baker) สูตรโครงสร้าง $Na_2HPO_4.12H_2O$ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ หรือ 35.814 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร

ค โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride, Fluka; 71381) 1.05 โมลาร์ หรือ 61.365 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร และเติมโซเดียม เอ็ททิลเมอร์คิวรีไธโอซาลีไซเล็ท (Sodium ethylmercurithiosalicylate, Thimerosal, Sigma; No. T-5125) 0.75 กรัม

นำสารละลายทั้ง 3 นี้ ผสมกันในสัดส่วน 6.66, 66.67 และ 133.3 มล. สำหรับสารละลาย ก, ข และ ค ตามลำดับ ต่อจากนั้นเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรประมาณ 900 มล. ปรับพีเอ็ชให้ได้ 7.4 แล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร เติมเจลลาติน (Gelalin, Merk; Art. 4070) 1 กรัม ปั่นจนเจลลาตินละลาย เก็บเข้าตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5° เซลเซียส

สารละลายกัมมันตคาร์บอน (Charcoal suspension) เตรียมโดยชั่งเด็กซ์แตรน โซเดียมซัลเฟต (Dextran sodium sulfate, Fluka; 31395) 0.0625 กรัม ปั่นให้ละลายในน้ำกลั่น 100

---

1. บริษัท LKB WALLAC ประเทศฟินแลนด์
2. บริษัท MSE ประเทศอังกฤษ
3. บริษัท Schott Gerate ประเทศเยอรมันนี
4. บริษัท LABINCO

มล. เติมกัมมันตคาร์บอน (Charcoal activated, Merk; Art. 2186) 0.625 กรัม ปั่นในถ้วยน้ำแข็งประมาณ 2 ชั่วโมง จากนั้นเก็บในตู้เย็น 4° เซลเซียส

การทำเจือจางฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนที่ติดฉลากด้วยตริเตียม (1, 2, 6, 7-^{3}H) progesterone,^{3}H-P4; Amessham UK) ความเข้มข้น 250 ไมโครคิวรี่ (μCi) ด้วยเบ็นซีน (Benzene) 50 มล. จากนั้นนำมาเจือจางในสารละลายพีบีเอสให้วัดพลังงานจากรังสีได้ 8000 ครั้งต่อนาที (cpm) แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4° เซลเซียส

เตรียมสารละลายสำหรับวัดพลังงานจากรังสี หรือซินทิเลเตอร์ (Scintillator) โดยชั่งสารพีทีพี (p-terphenyl, Sigma; No. T-1250) 3 กรัม พีโอพีโอพี [POPOP, 2,2-p-phenylene-bis (5-phenyloxazole), Merk; Art. 7249] 0.1 กรัม ละลายในโทลูอีน (Toluene, Merk; 8325) 1 ลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 1 วันก่อนใช้งาน

การวิเคราะห์หาปริมาณฮอร์โมนโปรเจอเตอร์โรนใช้วิธีเรดิโออิมมูนโนแอสเซของกมลพัฒนะและคณะ (2531) ซึ่งคล้ายคลึงกับวิธีของ Gadsby *et al.* (1974)., Hoffmann *et al.* (1976)., Heap *et al.* (1976)., Holdsworth *et al.* (1979) และ Dobson (1983) ส่วนแอนติซีรั่ม (Antiserum) ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากศาสตราจารย์มณีวรรณ กมลพัฒนะเช่นเดียวกัน โดยเป็นแอนติซีรั่มที่สร้างจากกระต่าย ปฏิกริยาของแอนติซีรั่มกับฮอร์โมนชนิดต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 8 และทำการไตเตรท (Titration) หาอัตราส่วนแอนติซีรั่ม : สารละลายพีบีเอส จากอัตรา 1:100, 1:200, 1:400, 1:800, 1:1, 600, 1:3, 200, 1:6, 400 ถึง 12, 800 โดยการผสมระหว่าง ^{3}H-P4, แอนติซีรั่ม และพีบีเอสในอัตรา 100, 100 และ 400 ไมโครลิตร ตามลำดับ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 5° เซลเซียสเป็นเวลา 18 ชั่วโมง แช่ตะกร้าใส่หลอดแก้วสำหรับปั่นในเครื่องปั่นไว้ที่อุณหภูมิ -15 ° เซลเซียส แช่หลอดแก้วในอ่างน้ำแข็งเพื่อให้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 ถึง 5 ° เซลเซียส เติมสารละลายกัมมันตคาร์บอน 200 ไมโครลิตรทิ้งไว้ 20 นาที บรรจุหลอดแก้วลงในตะกร้าใส่หลอดแก้ว นำเข้าเครื่องปั่นแยกที่ปรับอุณหภูมิไว้ที่ 4° เซลเซียล ปั่นที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที จากนั้นแยกส่วนของเหลวลงในขวดที่ใช้สำหรับการวัดพลังงานของสารรังสี (Vial) เติมสารละลายซินทิเลเตอร์ 4 มล. ทิ้งไว้ข้ามคืน นำเข้าเครื่องวัดรังสี 1209 RACKBETA ค่าซีพีเอ็มที่วัดได้นี้นำมาคำนวณเป็นเปอร์เซนต์ของซีพีเอ็มที่เติม ^{3}H-P4 เพียงอย่างเดียวและเรียกค่านี้ว่า % binding ซึ่งเมื่อนำมา สร้างเป็นกราฟให้แกนตั้งแทน % binding และแกนนอนแทนอัตราการเจือจางของแอนติซีรั่ม โดยสามารถหาอัตราการใช้แอนติซีรั่มที่เหมาะสมได้จากจุดที่มีค่า % binding เท่ากับ 50 เปอร์เซนต์ จากการไตเตรทได้ค่าอัตราการใช้แอนติซีรั่มระหว่าง 1 : 1, 500 ถึง 1 : 2, 500.

การวิเคราะห์หาระดับโปรเจสเตอร์โรน มีกลุ่มที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

1 กลุ่มโปรเจสเตอร์โรนมาตรฐานเพื่อสร้างเส้นกราฟมาตรฐาน (Standard curve) มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0, 2.5, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, และ 1000 พิโครกรัมต่อ 0.05 มล.

2 กลุ่มเปรียบเทียบ คือ น้ำนมเก็บวันที่ 0, 6, 120, 150 และ180 หลังวันผสมเทียม

3 ตัวอย่างน้ำนมจากฟาร์มขนาดเล็กในจังหวัดเชียงใหม่

Table 8. Cross reaction of various steroids with the antiserum to progesterone.

	Steroids %	Cross reaction
C_{21}	Steroids	
	progesterone	100
	17α -hydroxy progesterone	0.74
	corticosterone	0.68
	cortisol	<0.001
C_{19}	Steroids	
	1-androsterone	<0.001
	3-androstenedione	<0.001
	Testosterone	<0.001
	5 -dihydroxytestosterone	<0.001
	4,4 -androstene - 17β -ol	<0.001
C_{18}	Steroids	
	Oestradiol 17 (E2)	<0.001
	Oestrone	<0.001
	Oestriol	<0.001
	9,17β - oestradiol	<0.001

(Ater RIA Laboratory, Biochemistry Unit, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok, THAILAND, 1986)

วิธีวิเคราะห์เริ่มจากดูดตัวอย่างน้ำนม 20 ไมโครลิตร หรือโปรเจสเตอร์โรนมาตรฐาน 50 ไมโครลิตร แล้วเติมแอนติซีรั่ม 100 ไมโครลิตร ในอัตรา 1:1500 เขย่าด้วยวอร์เทกซ์ มิกเซอร์ เสร็จแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง เติม ^{3}H-P4 100 ไมโครลิตร เขย่า แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4° เซลเซียส ข้ามคืน จากนั้นแยกฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในรูปอิสระ (free form) และรูปที่เกาะกับแอนติซิรั่ม (bound form) ออกจากกันด้วยการเติมสารละลายกัมมันตคาร์บอน ขั้นตอนต่อจากนี้ทำเช่นเดียวกับการไตเตรทแอนติซีรั่มทุกประการ นำค่าซีพีเอ็มของกลุ่มมาตรฐานมาสร้างกราฟมาตรฐาน เพื่อใช้ในการอ่านค่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนมจากค่าซีพีเอ็มที่วัดได้ โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินสภาพการตั้งครรภ์คือ ความเข้มข้นของ ฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนที่ต่ำกว่า 3 นนก./มล. ไม่ตั้งครรภ์ สูงกว่า 7 นนก./มล. ตั้งครรภ์ และอยู่ระหว่าง 3 ถึง 7 นนก./มล. เป็นกลุ่มสงสัย โดยยืนยันการตั้งครรภ์จากการคลอดลูกของแม่โค และคำนวณความแม่นยำในการทำนายการตั้งครรภ์จากสูตร :

$$\text{ความแม่นยำในการทำนายไม่ตั้งครรภ์} = \frac{\text{จำนวนโคที่กลับมาเป็นสัด} \times 100\ \%}{\text{จำนวนโคที่ทำนายว่าไม่ตั้งครรภ์}}$$

$$\text{ความแม่นยำในการทำนายการตั้งครรภ์} = \frac{\text{จำนวนโคที่คลอดลูก} \times 100\ \%}{\text{จำนวนโคที่ทำนายว่าตั้งครรภ์}}$$

ผลการทดลอง

กราฟมาตรฐาน (รูปที่ 1) เป็นแบบ Semilogarithm มีแกนนอน คือ ความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนเป็น log scale ส่วนแกนตั้งคือค่า % binding เป็นแบบธรรมดาที่

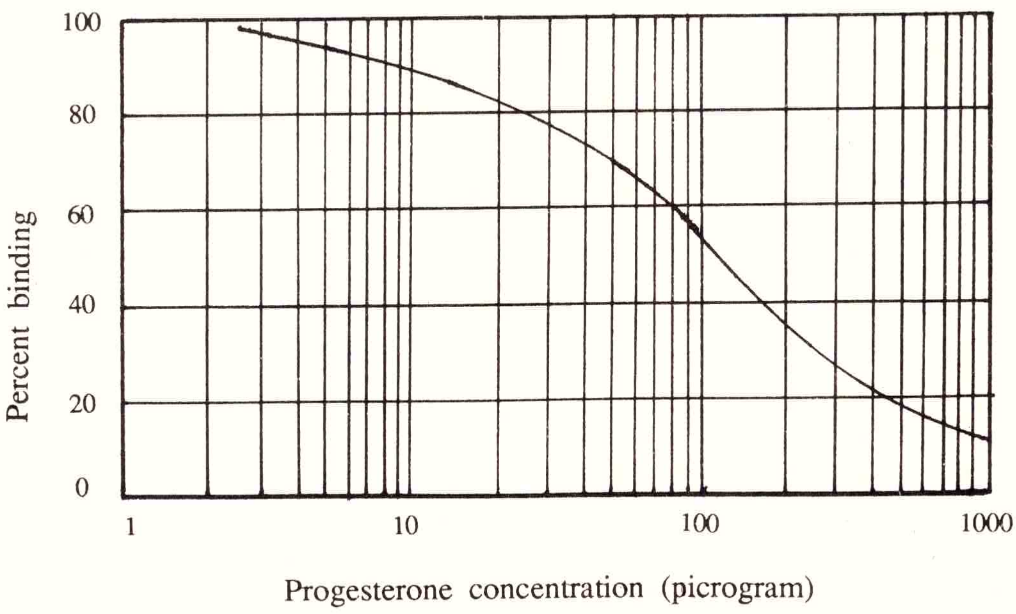


Figure 1. Standard curve for direct radioimmunoassay of milk progesterone.

50 % binding ตรงกับความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรน 100 พิโคกรัม (picogram) ตัวอย่างน้ำนมใช้ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ดังนั้นค่าความเข้มข้น คือ 5.0 นนก./มล.

รูปที่ 2 แสดงรอบการเป็นสัด (Oestrous cycle) ของโคบางตัวเป็นตัวอย่างที่ชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โร ในโคที่ไม่ได้ตั้งครรภ์ที่มีค่าต่ำที่สุดในวันเป็นสัด 0.14 นนก./มล. วันที่ 3 เพิ่มอีกเล็กน้อยเป็น 0.50 นนก./มล. วันที่ 4 เริ่มสูงต่างจาก 3 วันแรกอย่างเห็นได้ชัด คือ 2.25 นนก./มล. จากนี้ค่าจะสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 19 จึงจะลดลงเหลือ 1.30 และต่ำสุดในวันที่ 20 คือ 0.28 นนก./มล. ครบรอบการเป็นสัด ต่อ

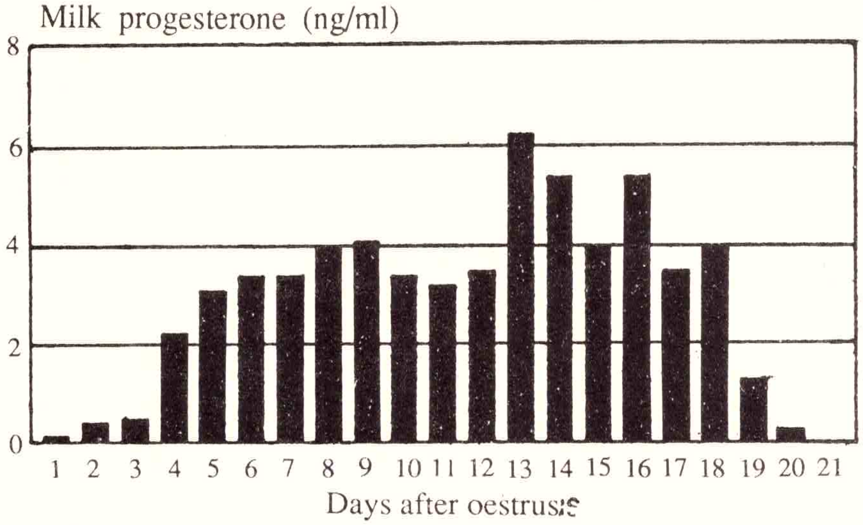


Figure 2. Progesterone concentration in the milk of the cow name Mai during the oestrous cycle.

จากนั้นจะเข้าสู่รอบการเป็นสัดถัดไป แต่ถ้าโคตั้งท้อง (ตารางที่ 9) ค่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจากวันผสม 01.04±0.21 เพิ่มเป็น 4.45±0.77 นนก./มล. ในวันที่ 6 และเพิ่มขึ้นไปอีกเป็น 7.07±0.55 นนก./มล. ในวันที่ 22 หลังการผสมพันธุ์ ต่อจากนั้นความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนม จะรักษาระดับสูงกว่า 7.0 นนก./มล. ไปจนถึงวันที่ 180 หลังการผสมพันธุ์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนมระหว่างโคนมที่ตั้งท้องได้ 22 วัน (9.76±0.98 นนก./มล.) กับโคที่อยู่ในช่วงการเป็นสัด (0.14 ถึง 0.50 นนก./มล.) จะเห็นได้ชัดเจนว่าแตกต่างกันมาก

ผลการตรวจการตั้งครรภ์แสดงไว้ในตารางที่ 10 จากตัวอย่างนมเก็บวันที่ 22 หลังการผสมเทียมวัดค่าเฉลี่ยฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนมของโคไม่ตั้งครรภ์และตั้งครรภ์ได้เท่ากับ 4.25±1.35 และ 9.76±0.98 นนก./มล. ตามลำดับ คิดเป็นเปอร์เซนต์ของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมด 32.7 และ 67.3 เปอร์เซนต์ตามลำดับ หลังวันผสมพันธุ์ 42 วัน ค่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในโคไม่ตั้งท้องต่ำกว่ากลุ่ม 22 วัน คือลดเหลือ 3.70±2.02 นนก./มล. พวกไม่ตั้งครรภ์มีสัดส่วนลดลงเหลือ 9.8 เปอร์เซนต์ ส่วนกลุ่มตั้งครรภ์มีค่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนเท่ากับ 11.47±1.47 นนก./มล. มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเป็น 90.2 เปอร์เซนต์ ความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในระยะ 64 วันหลังการผสมพันธุ์มีค่า 3.58±3.31 นนก./มล. ในกลุ่มไม่ตั้งครรภ์ และ 11.08±1.65 นนก./มล. ในกลุ่มตั้งครรภ์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม 42 วัน สัดส่วนโคไม่ตั้งท้องเพิ่มขึ้นในขณะที่โคกลุ่มตั้งท้องลดลง สำหรับอัตราการตั้งครรภ์ (Pregnancy rate, %) จากการศึกษาครั้งนี้ มีโคแท้งลูก 2-4.7 เปอร์เซนต์ ทำให้อัตราการตั้งครรภ์ลดลง พวกที่มีค่าต่ำสุดคือ 66 เปอร์เซนต์คือกลุ่มหลังผสมพันธุ์ 22 วัน และสูงสุด 86 เปอร์เซนต์ในกลุ่มหลังผสมพันธุ์ 42 วัน ส่วนกลุ่มหลังผสมพันธุ์ 64 วัน มีอัตราการตั้งครรภ์อยู่ระหว่างสองกลุ่มแรกคือ 72 เปอร์เซนต์

Table 9. Milk concentration of progesterone (ng/ml) in pregnant cows after insemination.

Days after insemination	Mean concentration ± S.E.M. of progesterone (ng/ml)
0	1.04 ± 0.22
6	4.45 ± 0.77
22	7.07 ± 0.55
42	9.65 ± 1.00
64	8.42 ± 1.32
90	8.06 ± 1.19
120	7.90 ± 2.97
150	10.08 ± 0.87
180	7.88 ± 1.13

Table 10. Progesterone in milk 22, 42 and 64 days after insemination.

Days after insemination	Milk progesterone (ng/ml + S.E.M.)		Percentage	
	Nonpregnant	Pregnant	Nonpregnant	Pregnant
22	4.25 ± 1.35	9.76 ± 0.98	32.7	67.3
42	3.70 ± 2.02	11.47 ± 1.47	9.8	90.2
64	3.58 ± 3.31	11.08 ± 1.65	23.5	76.5

ความแม่นยำในการทำนายสภาพการตั้งครรภ์แสดงในตารางที่ 11 การทำนายว่าไม่ตั้งครรภ์มีความแม่นยำที่สุดคิดเป็นค่าเปอร์เซนต์ความแม่นยำ (% accuracy) เท่ากับ 90.9, 50.0 และ 100 จากตัวอย่างน้ำนมหลังการผสมพันธุ์วันที่ 22, 42 และ 64 ตามลำดับ ส่วนการทำนายว่าตั้งครรภ์มีความแม่นยำ 82.8, 96.4 และ 92.3 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

Table 11. Accuracy of prediction of pregnancy status in dairy cows from milk progesterone levels.

Days after insemination	Interpretation	Milk progesterone (ng/ml)	Number		% Accuracy
			True results	False result	
22	Nonpregnant	<3	10	1	90.9
	Pregnant	>7	24	5	82.8
	Doubtful	3-7	8	4	66.7
42	Nonpregnant	<3	2	2	50.0
	Pregnant	>7	27	1	96.4
	Doubtful	3-7	8	1	88.9
64	Nonpregnant	<3	3	0	100
	Pregnant	>7	12	1	92.3
	Doubtful	3-7	2	0	100

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาครั้งนี้ ความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนมของโคที่ทำนายว่าไม่ตั้งครรภ์มีค่า 1.04 นนก./มล. ค่านี้เป็นค่าเฉลี่ย ซึ่งเมื่อทำนายในโคแต่ละตัวพบว่ามีความแปรปรวนมาก สาเหตุหนึ่งเกิดจากการวิเคราะห์ต่างชุดกัน ดังนั้นจึงใช้ค่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนมวันที่ 0 ช่วยในการคัดสินสภาพการตั้งครรภ์ในแต่ละครั้ง อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยที่ 1.04 นนก./มล. นี้ใกล้เคียงกับผลงานของ Schiavo *et al.* (1975)., Macfarlane *et al.* (1977)., Cavestany and Foote (1985) และ กมลพัฒนะและคณะ (1988) ในวันที่ 22 หลัง การผสมพันธุ์โคกลุ่มที่ตรวจสอบว่าตั้งครรภ์ มีค่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรน 9.76 นนก./มล. ซึ่งสูงกว่า Heap *et al.* (1976) และ Cavestany and Foote (1985) ที่รายงาน ไว้แต่ต่ำกว่าผลทดลองของ Dobson and Fitzpatrick (1976)., Ginther *et al.* (1976)., Pennington *et al.* (1976) และ กมลพัฒนะ และคณะ (2531) ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า มีความแปรปรวนระหว่างค่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนมที่วัดได้ในแต่ละห้องปฏิบัติการ ในการทดลองครั้งนี้ใช้วิธีวัดในน้ำนมโดยตรงไม่มีการสกัดใดๆ Hoffmann *et al.* (1976) ทดลองสกัดไขมันในน้ำนมออกก่อน โดยเติมปิโตรเลียมอีเธอร์ (Petroleum-ether) และเมทธานอล (Methanol) เนื่องจากโปรเจสเตอร์โรนละลายได้ดีในไขมัน Wimpy *et al.* (1986) พบว่าถ้าเปอร์เซนต์ไขมันในน้ำนมลดจากช่วง 2.0-9.3 เป็น 0.7-6.5 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้

ความแม่นยำในการทำนายสภาพการไม่ตั้งครรภ์เพิ่มจาก 68 เป็น 78 เปอร์เซนต์ ในการสกัดไขมันในนมนี้ Eastman (1979) ใช้ N- butanol และ N-butylamine เป็นการช่วยปรับปรุงความแม่นยำในการวัดระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนมได้ แต่ค่าใช้จ่ายและเวลาในการวิเคราะห์จะเพิ่มตามไปด้วย เมื่อคิดอัตราการตั้งท้องในวันที่ 22 เปรียบเทียบกับวันที่ 42 หลังผสม มีค่า 67.3 และ 90.2 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ตัวอย่างนมในวันที่ 42 หลังการผสมมีอัตราการผสมติดสูงกว่ามาก ทั้งนี้อาจมีปัจจัยเกี่ยวข้องหลายประการดังต่อไปนี้ได้แก่ 1.การแท้งลูกที่โค 2 ถึง 4.7 เปอร์เซนต์ แท้งลูก โดยอาจมีสาเหตุจากโรคแท้งติดต่อ (Infectious abortion) 2.ผู้เลี้ยงดูการเป็นสัดพลาดไป ซึ่งโดยทั่วๆไปมีโอกาสเกิดขึ้นได้ประมาณ 20-30 เปอร์เซนต์ (Pennington *et al.*, 1977 และ Elmore, 1986) 3.การขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ในฤดูแล้ง มีผลชงักการทำงานของระบบการสืบพันธุ์ได้ ดังหลักฐานสนับสนุนจากงานของ Meredith *etal.* (1986) ที่พบว่า ความเครียด (stress) จากการขาดอาหาร ทำให้ระดับฮอร์โมน Luteinizing Hormone (LH) ในหนูตัวโต (rat) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P<.05) ในทำนองเดียวกันกับงานของ Echternkamp (1984) พบว่าความเครียดอันเกิดจากการกักขังทำให้การหลั่ง LH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P<.025) และ 4.ปัจจัยที่น่าจะเป็นเหตุผลหลัก คือ การตายของคัพภะในระยะแรก (Early embryonic mortality) ทำให้สัตว์นั้นตั้งท้องไม่สำเร็จในการผสมครั้งแรก (Pope *et al.*, 1976., Pennington *et al.*, 1977 และ Elmore, 1986).

ในช่วงเวลาหลังการผสมพันธุ์ 22 วัน การทำนายว่าโคไม่ตั้งครรภ์มีความแม่นยำ 91 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีความแม่นยำกว่าการทำนายว่าตั้งครรภ์ที่มีค่า 83 เปอร์เซนต์นั้น มีเหตุผลที่พอจะอธิบายได้หลายประการดังนี้ 1. เกษตรกรอาจเก็บตัวอย่างน้ำนมให้ไม่ตรงตามเวลาที่กำหนด 2. เกษตรกรดูการเป็นสัดผิดพลาด โดยทั่วๆไปผู้เลี้ยงดูการเป็นสัดผิดไป 20-30 เปอร์เซนต์ (Penningtion *et al.*, 1977 และ Elmore, 1986) 3. รอบการเป็นสัดของโคปกติที่อยู่ในช่วง 18 ถึง 24 วันนั้น อาจมีโคบางตัวที่มีรอบการเป็นสัดสั้น หรือยาวกว่าช่วงปกติ (Elmore, 1986) 4. เกิดการตายของคัพภะในระยะแรก ทำให้โคกลับมาเป็นสัดอีกครั้ง 5. เกิดมดลูกอักเสบ (Endometritis)ในโค หรือในมดลูกมีหนองอยู่ (Pyometra) ทำให้มดลูกไม่สามารถควบคุมการสลาย Corpus luteum (Elmore, 1986) ทำให้ผลวิเคราะห์โปรเจสเตอร์โรนสูงทั้งๆที่ไม่เกิดการตั้งครรภ์ และ 6. อาจเกิด Cyst จาก Corpus luleum ทำให้มีการผลิตฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนอย่างต่อเนื่อง.

สรุปผลการทดลอง

สามารถใช้เทคนิคเรดิโออิมมูนโนแอสเซ สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพในการสืบพันธุ์ของโคนมได้ โดยเก็บตัวอย่างน้ำนมในวันที่ 22 หลังวันผสมพันธุ์มาวิเคราะห์หาระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรน และใช้ทำนายสภาพการตั้งครรภ์ได้ จากผลการวิเคราะห์น้ำนมในวันที่ 22 หลังผสมพบว่า มีโคอยู่ในสภาพตั้งครรภ์และไม่ตั้งครรภ์ 67 และ 33 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ความแม่นยำในการ

ทำนายการตั้งครรภ์ และไม่ตั้งครรภ์มีค่า 83 และ 91 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ข้อเสนอแนะสำหรับการประยุกต์ใช้วิเคราะห์หาระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ และการผลิตน้ำนมของโคนมมีดังนี้ 1. ตรวจสอบการเป็นสัดของโคแต่ละตัว เพื่อจำแนกกลุ่มรอบการเป็นสัดเป็นชนิด สั้น, ปกติ และยาวกว่าปกติ เพื่อเป็นพื้นฐานให้เกษตรกรตรวจการเป็นสัดได้แม่นยำยิ่งขึ้น 2. ควรวัดระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนมใน วันผสม-พันธุ์เพื่อช่วยตรวจสอบการเป็นสัด 3. ในโคที่มีปัญหาตรวจการตั้งครรภ์ไม่ชัด อาจประยุกต์งานของ Shemesh *et al.* (1983) โดยใช้ฟองน้ำชุบสารโปรเจสติน (Medroxy progesterone, MAP) ในรูป พีไอวีเอส (Progestin-impregnated vaginal sponges, PIVS) สอดเข้าช่องคลอดจะช่วยทำให้การทำนายการตั้งครรภ์แม่นยำขึ้น 4. ควรมีการตรวจโรคแท้งติดต่อเพื่อขจัดให้หมดไป 5. วัดโปรเจสเตอร์โรนในน้ำนมทุกสัปดาห์ เพื่อตรวจดูว่าโคเป็นสัดเงียบ (Silent heat) หรือไม่ (Foulkes and Heap, 1987) 6. หลังจากโคเป็นสัดได้ 16 วัน ทำการวัดโปรเจสเตอร์โรนในนมทุก 3 วัน เพื่อตรวจโคที่มีรอบการเป็นสัดสั้นกว่าปกติ (Foulkes and Heap, 1987) 7. พัฒนาวิธีวัดโปรเจสเตอร์โรนที่เร็วกว่านี้ เช่น วิธี Amplified enzyme- linked immunoassay (AELIA) จากรายงานของ Standley *et al.* (1986) ซึ่งใช้เวลาในการ วิเคราะห์เพียง 35 นาทีเท่านั้น และ8. เพิ่มโปรแกรมการใช้ Prostaglandin $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) เมื่อตรวจพบว่าระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในวันที่ 22 หลังการผสมพันธุ์มีค่าต่ำ โดยทำการฉีด $PGF_{2\alpha}$ ในระยะเวลา 7 วันถัดมาและหลังจากนั้นจึงทำการผสมเทียมในวันที่ 3 และ 4 (Elmore, 1986) โดยวิธีนี้จะได้ลูกโคเร็วขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการ "การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอาหารและการเกษตรโดยนิวเคลียร์เทคโนโลยี" รหัส THA/85/004 เป็นความร่วมมือระหว่าง รัฐบาลไทย, United Nations Development Programme (UNDP) และ International Atomic Energy Agency., IAEA ผู้ทดลองขอขอบคุณ ศาสตราจารย์มณีวรรณ กมลพัฒนะ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและแนะนำเทคนิคต่างๆ เกี่ยวกับวิธีเรดิโออิมมูโนแอสเซ คุณนำพล กันทิยะ ที่ช่วยงานเก็บตัวอย่างและงานห้องปฏิบัติการ คุณติ่งทอง รัตนรณชาติ และ คุณบริบูรณ์ อุดมศรี ที่ช่วยเหลืองานด้านบริการสำนักงาน รศ.ศุภศักดิ์ ลิมปิติ ที่ช่วยแนะนำการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ คุณธวัชชัย อินทรตุล คุณสมคิด พรหมมา สพ.ญ. อัมพวัน ตฤษณารมย์ ที่เอื้ออำนวยความสะดวกในการพบปะกับเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

กมลพัฒนะ, มณีวรรณ; ศรีศักดิ์วัฒนะ, กิติยา และ สรรเพชญ, โสภณ. (2531). การตรวจท้องโคนม ระบบบริการ และผลงาน. ใน บทบาทการตรวจท้องโคนมจากน้ำนม. หน้า 73-126. โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

Bulman, C. (1976). Progesterone in milk : a potential aid to dairy management. Span 19 (3) : 102-105.

Bulman, D.C. (1979). The measurement of progesterone in milk. Br. Vet. J. 135 : 460-461.

Booth, J.M., Davies, J. and Holdsworth, R.J. (1979). Use of the milk progesterone test for pregnancy determination. Br. Vet. J. 135: 478 - 488.

Booth, J.M. and Holdsworth, R.J. (1976). The establishment and operation of a central laboratory for pregnancy testing in cows. Br. Vet. J. 132 : 518-528.

Cavestany, D. and Foote, R.H. (1985). The use of milk progestene and electronic vaginal probes as aids in large dairy herd reproductive mangement. Cornell Vet. 75 : 441-453.

Dobson, H. (1983). A Radioimmunoassay Laboratory Handbook. Liverpool University Press, Liverpool.

Donaldson, L.E., Bassett, J.M. and Thorburn, G.D. (1970). Peripheral plasma progesterone concentration of cows during puberty, oestrous cycles, pregnancy and lactation, and the effects of undernutrition or exogenous oxytocin on progesterone concentration. J. Endocr. 48 : 599-614.

Dobson, H. and Fitzpatrick, R.J. (1976). Clinical application of the progesterone-in-milk test. Br. Vet. J. 132 : 538-542.

Darling, J.A.B., Laing, A.H. and Harkness, R.A. (1974). A survey of the steroids in cow's milk. J. Endocr. 62 : 291-297.

Eastman, S.A.K. (1979). Methods of improving the accuracy of positive results from milk progesterone pregnancy tests. Br. Vet. J.135: 489 -491.

Echternkamp, S.E. (1984). Relationship between LH and cortisol in acutely stressed beef cows. Theriogenology 22 : 305-311.

Elmore, R.G. (1986). Using rapid progesterone assay kits to detect open cows. Vet. Med. 81(10) : 969-970, 972.

Foulkes, J.A. and Heap, R.B. (1987). Managing fertility in dairy cattle. Span 30(1) : 42-44.

Gadsby, J.E., Heap, R.B., Henville, A. and Laing, A.R.C. (1974). A semiautomated technique for the estimation of progesterone in cow's milk and its application to pregnancy diagnosis. Proc. Physiol. Soc., J. Physiol. 242 : 3p-5p.

Glencross, R.G., Munro, I.B., Senior, B.E. and Pope, G.S. (1973). Concentrations of oestradiol-17 B, oestrone and progesterone in jugular venous plasma of cows during the oestrous cycle and in early pregnancy. Acta Endocrinologica 73 : 374-384.

: 374-384.

Ginther, O.J., Nuti, L.C., Garcia, M.C., Wentworth, B.C. and Tyler, W.J. (1976). Factors affecting progesterone concentration in cow's milk and dairy products.J. Anim. Sci. 42 : 155-159.

Holdsworth, R.J., Booth, J.M., Sharman, G.A.M. and Rattray, E.A.S. (1979). Radioimmunoassay of progesterone in milk : Development of techniques for large-scale use as a test of pregnancy. Br. Vet. J. 135:470-477.

Hoffmann, B., Gunzler, O., Hamburger, R. and Schmitt, W. (1976). Milk progesterone as a parameter for fertility control in cattle; methodo-logical approaches and present status of application in Germany. Br. Vet. J. 13 : 469-476.

Heap, R.B., Holdsworth, R.J., Gadsby, J.E., Laing, J.A. and Walters, D.E. (1976). Pregnancy diagnosis in the cow from milk progesterone concentration. Br. Vet. J. 132 : 445-464.

Hendricks, D.M., Lamond, D.R., Hill, J.R. and Dickey, J.F. (1971). Plasma progesterone concentrations before mating and in early pregnancy in the beef heifer. J. Anim. Sci. 33 : 450-454.

Laitinen, J., Remes, E., Tenhunen, M., Hanninen, O. and Alanko, M. (1985). Milk progesterone in finish dairy cows : A field study on the control of artificial insemination and early pregnancy. Br. Vet. J.141: 297 -307.

Macfarlane, J.S., Booth, J.M., Deas, D.W. and Lowman, B.G. (1977). Pregnancy test and evaluation of embryonic and fetal mortality based on progesterone concentration in fore-milk. Vet. Rec. 100 : 565-566.

Meredith, S., Kirkpatrick-keller, D. and Butcher, R. (1986). The effects of food restriction and hypophysectomy on numbers of primodial follicles and concentrations of hormones in rats. Biol. Reprod. 35 : 68-73.

Nebel, R.L., Whittier, W.D., Cassell, B.G. and Britt, J.M. (1987). Comparison of on-farm and laboratory milk progesterone assays for identifying errors in detection of estrus and diagnosis of pregnancy. J. Dairy Sci. 70 : 1471-1476.

Pope, G.S., Majzlik, I., Ball, P.J.H. and Leaver, J.D. (1976). Use of progesterone concentrations in plasma and milk in the diagnosis of pregnancy in domestic cattle. Br. Vet. J. 132 : 497-506.

Pennington, J.A., Spahr, S.L. and Lodge, J.R. (1976). Factors affecting progesterone in milk for pregnancy diagnosis in dairy cattle. Br. Vet. J. 132 : 487-496.

Robbertson, H.A. and Sarda, I.R. (1971). A very early pregnaney test for mammals : Its application to the cow, ewe and sow. J. Endocr. 49 : 407-419.

Shemesh, M., Ayalon, N. and Lindner, H.R. (1973). Early pregnancy diagnosis based upon plasma progesterone levels in the cow and ewe. J. Anim. Sci. 36 : 726-729.

Shemesh, M., Ayalon, N., Lavi, S., Mileguir, F., Shore, L.S. and Toby, D. (1983). A new approach to the use of progesterone levels for pregnancy determination. Br. Vet. J. 139 : 41-48.

Schiavo, J.J., Matuszczak, R.L., Oltenacu, D.B. and Foote, R.H. (1975). Milk progesterone in postpartum and pregnant cows as a monitor of reproductive status.

J. Dairy Sci. 58 : 1713-1716.

Stabenfeldt, G.H., Osburn, B.I. and Ewing, L.L. (1970). Peripheral plasma progesterone levels in the cow. Am. J. Physiol. 218 : 571-575.

Stanley, C.J., Paris, F., Webb, A.E., Heap, R.B., Ellis, S.T., Hamon, M., Worsfold, A. and Booth, J.M. (1986). Use of a new and rapid milk progesterone assay to monitor reproductive activity in the cow. Vet. Rec. 118 : 664-667.

Walters, D.E. (1976). A note on the statistical aspects of pregnancy diagnosis. Br. Vet. J. 132 : 465-468.

Worsfold, A.i., Booth, J.M., Weles, P.W., Huddart, A.C. and Stanley, C.J. (1987). The evaluation of a new rapid milk progesterone test as an aid to improving dairy herd fertility. Br. Vet. J. 143 : 83-87.

Wimpy, T.H., Chang, C.F., Estergreen, V.L. and Hillers, J.K. (1986). Milk progesterone enzyme immunoassay : Modifications and a field trial for pregnancy detection in dairy cows. J. Dairy Sci. 69 : 1115-1121.

วารสารเกษตร 6,1:41-48 (2533)

Journal of Agriculture 6,1:41-48 (1990)

การศึกษาระยะการเจริญของถั่วลิสง *(Arachis hypogaea)*

สมจิต ใจดี และ เฉลิมพล แซมเพชร

GROWTH STAGES OF PEANUT *(ARACHIS HYPOGAEA)*

Somjit Jaidee and Chalermpone Sampet

ABSTRACT: A study on growth stages of peanut was conducted at Mae Hea Research and Training Centre, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, during October 1987 - February 1988. Tainan 9 and CES 101 cultivars were planted October 16, 1987 on a well Prepared seed bed. Seeds were planted at 12.5 cm. between plants and 50 cm. between rows. The seedlings were thinned immediately after emergence to two plants per hill. The plant were dialy observed during the vegetative stages and every 3 days during the reproductive stages.

The investigation based on visual observation. The V stage was determined by counting the number of developed nodes on the main stem. The node counted when the tetrafoliolate leaf sufficiently expanded and flat in appearance. The R stages proposed are R_1 (beginning bloom), R_2 (beginning peg), R_3 (beginning pod), R_4 (full pod), R_5 (beginning seed), R_6 (full seed), R_7 (beginning maturity) and R_8 charvest maturity).

บทคัดย่อ: การศึกษาระยะการเจริญของถั่วลิสง ดำเนินการที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร แม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในระหว่างเดือนตุลาคม 2530 - กุมภาพันธ์ 2531 โดยใช้พันธุ์ไทนาน 9 และ CES101 เป็นพันธุ์ศึกษา ปลูกด้วยมือใช้ระยะระหว่างแถว 50 ซม. และระหว่างต้น 12.5 ซม.ปลูกหลุมละ 3 เมล็ด และทำการถอนแยกให้เหลือหลุมละ 2 ต้น หลังจากงอกโผล่พื้นผิวดินแล้วก่อนปลูกทำการเตรียมพื้นที่ด้วยการไถและตามด้วยจอบหมุน ใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟตและยิบซั่ม ในอัตรา 50 กก.P และ 25 กก.S ต่อ เฮคแตร์ ตามลำดับ ด้วยวิธีการหว่านและคลาดกลบ ระหว่างการทดลองให้น้ำพ่นฝอย

การบันทึกระยะการเจริญใช้อักษร V แทนจำนวนข้อที่เกิดขึ้นบนต้นหลัก (main stem) โดยการสังเกตจากต้นตัวอย่างจำนวน 5 ต้น ทุกวัน อักษร R ใช้แทนระยะการเจริญทางการแพร่ขยายพันธุ์ โดยกำหนดให้ R_1 คือ ระยะดอกแรกเริ่มบาน R_2 เริ่มแทงเข็ม R_3 เริ่มสร้างฝัก R_4 ฝักเจริญเต็มที่ R_5 เริ่มสะสมน้ำหนักเมล็ด R_6 เมล็ดเต็มฝัก R_7 เมล็ดเริ่มแก่ และ R_8 เมล็ดหรือฝักแก่พร้อมเก็บเกี่ยว การบันทึกผลนับตั้งแต่ระยะ R_3 เป็นต้นไป ใช้วิธีการถอนตัวอย่างพืช จำนวน 5 ต้น ทุกๆ 3 วัน เพื่อการศึกษา

ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 500002

Department of Agronomy, faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002

คำนำ

การกำหนดระยะการเจริญต่าง ๆ ของพืชใดก็ตามให้เป็นที่เข้าใจตรงกันนับว่าจะเป็นประโยชน์และมีความสำคัญยิ่งต่อการที่จะใช้ในการสื่อความหมายระหว่างนักค้นคว้าวิจัย นักส่งเสริม และแม้แต่เกษตรกรเอง และการที่จะกำหนดระยะการเจริญดังกล่าวให้มีความเข้าใจ และมีความหมายเหมือนกันได้นั้น ก็ควรจะใช้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางรูปพรรณสัณฐาน และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเป็นข้อกำหนด แทนที่จะกำหนดโดยใช้นับอายุ หรือนับจำนวนวันหลังปลูก หรือหลังงอก ดังที่เคยใช้กันมา เพราะว่าการกำหนดระยะการเจริญโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยานั้น พืชจะมีความแก่-อ่อนเท่ากัน ซึ่งจะสื่อความหมายที่ถูกต้องและชัดเจนมากกว่า แต่สำหรับการกำหนดโดยนับจำนวนวันดังกล่าวเป็นไปได้ที่พืชมีจำนวนวันหลังปลูกเท่ากัน แต่มีความแก่-อ่อนทางสรีรวิทยาไม่เท่ากัน ต่อมาได้มีการศึกษาระยะการเจริญของพืชโดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเป็นหลักในหลายพืช เช่น ข้าวโพด (Hanway 1963) ถั่วเหลือง (Fehr *et al.*,1971) ข้าวฟ่าง (Vanderlip and Reeves, 1972) ข้าวสาลี (Waldren and Flowerday,1979) และถั่วลิสง (Boote, 1982) เป็นต้น ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้นำถั่วลิสง 2 พันธุ์ คือพันธุ์ไทนาน 9 และ พันธุ์ CES 101 ซึ่งถือว่าเป็นพันธุ์มาตรฐานในบ้านเรามาทำการศึกษาระยะการเจริญ โดยพิจารณาจากการพัฒนาเปลี่ยนแปลงทางรูปพรรณสัณฐานวิทยา และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายใต้สภาพแวดล้อมของเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการสื่อความหมายในระหว่างนักวิชาการ และเพื่อประโยชน์ในการส่งเสริมเผยแพร่ สำหรับกำหนดเวลาในการปฏิบัติการทางเขตกรรม

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาทดลองดำเนินการที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร แม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในระหว่างเดือน ตุลาคม 2530 - กุมภาพันธ์ 2531 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดินที่ใช้เป็นพื้นที่ทดลองได้แสดงไว้ใน Appendix 1.

พันธุ์ถั่วลิสงที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่พันธุ์ ไทนาน 9 และ CES 101 โดยทำการปลูกถั่วแต่ละพันธุ์บนพื้นที่ขนาด 10 x 15 ตร.ม. ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 50 ซม. และระหว่างต้น 12.5 ซม. ปลูกด้วยมือหลุมละ 3 เมล็ด ฝังลึกประมาณ 2.5 ซม. และทำการถอนแยกให้เหลือหลุมละ 2 ต้น เมื่อเมล็ดงอกดีแล้วก่อนปลูกทำการเตรียมพื้นที่โดยการไถและตามด้วยจอบหมุน ใส่ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต และปุ๋ยยิบซั่มในอัตรา 50 กก.P และ 25 กก.S ต่อเฮคแตร์ตามลำดับ ด้วยวิธีหว่านให้ทั่วแปลงและคราดกลบก่อนปลูก

การบันทึกระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาได้ใช้หลักของ Boote(1982) ในระหว่างการเจริญทางลำต้นและใบ จนถึงระยะออกดอกและแทงเข็ม (Peg) ทำการสังเกตทุกวันจากจำนวน

Appendix 1

Soil analysis of the etperimental over at Mae Hea Research and Training Centre, Faculty of Agriculture, CMU.

Soil classification	Loamy sand
pH (1:1)	5.5
OM(%)	1.23
Total N (%)	0.73
P (ppm)	22 (Bray II)
K (ppm)	66

5 ต้นที่กำหนดไว้ และสังเกตจากต้นที่เป็นหลักเท่านั้น (main stem) ส่วนการบันทึกนับตั้งแต่มีเข็มแทงลงในดินเป็นต้นไปนั้น สังเกตจาก 10 ต้น ที่ได้ทำการถอนขึ้นมาทุก ๆ 3 วัน ในการกำหนดระยะการเจริญต่าง ๆ นั้นถือเกณฑ์การพัฒนาที่มีมากกว่าร้อยละ 50 ของตัวอย่างที่ใช้บันทึกทั้งหมด

ในระหว่างการศึกษาทดลอง ได้ทำการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันและกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชตามเหมาะสม ทำการพูนโคนครึ่งเดียวเมื่อพืชเริ่มออกดอกแรก และตลอดเวลาการทดลองให้น้ำแบบพ่นฝอยอย่างพอเพียง

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเจริญทางลำต้นและใบ

Boote (1982) ได้กำหนดสัญญลักษณ์ของการเจริญทางลำต้น และใบเป็น VE , VO และ V_{1-n} และการเจริญทางการแพร่ขยายพันธุ์เป็น R_1 ถึง R_9 ดังรายละเอียดที่แสดงใน Table 1 ในการศึกษาและเปรียบเทียบระยะการเจริญต่าง ๆ ระหว่างถั่วลิสง 2 พันธุ์ ได้ยึดถือตามหลักการของ(Boote, 1982) ผลการศึกษาได้แสดงไว้ใน Table 2 VE เป็นระยะที่ใบเลี้ยงเริ่มโผล่พ้นผิวดินขึ้นมา และอาจมองเห็นบางส่วนของต้น ทั้งสองพันธุ์มีอายุการงอกแตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น การเจริญหรือการงอกของเมล็ดในระยะนี้ขึ้นอยู่กับความชื้นและอุณหภูมิของดินเป็น

Table 1 Growth stage description for peanut (Boote,1982).

Growth Stage	Description
VE Emergence :	Cotyledons near the soil surface.
VO Emergence:	Cotyledons are flat and open at or below the soil surface.
V_{1-n} Emergence :	One to N developed nodes on the main axis, a node is conted when its tetrafoliolate is unfolded.
R_1 Beginning blom :	One open flower at any node on the plant.
R_2 Beginning peg :	One elongated peg.
R_3 Beginning pod :	One peg in the soil with turned swollen overy at least twice the width of the peg.
R_4 Full pod :	One fully expanded pod.
R_5 Beginning seed:	One fully-expanded pod in which seed cotyledon growth is visible when the fruit is cut in cross-section.
R_6 Full seed :	One pod with cavity apparently filled by the seeds when flesh.
R_7 Beginning maturity:	One pod showing visible natural coloration or blotehing of inner pericarp or testa.
R_8 Harvest maturity :	Two-thirds to three-fourths of all developed pods have testa or pericarp coloration.
R_9 Over matured pod :	One undamaged pod showing orange-tan coloration of the testa and/or natural peg deterioration.

Table 2 Days from showing to specific vegetative and reproductive growth stages for Tainan 9 and CES 101 peanut cultivars grown under Chiang Mai condition.

Growth stage V	R	Days after Sowing	Growth stage V	R	Days after Sowing
	Tainan No.9			CES 101	
Ve		6	VE		7
VO		7	VO		8
V1		-	V1		-
V2		8	V2		-
V3		11	V3		10
V4		13	V4		14
V5		18	V5		17
V6		20	V6		21
V7		24	V7		26
V8		29		R1	29
	R1	33	V8		31
V9		34	V9	R2	36
V10		37	V10		40
	R2	41		R3	43
V11	R3	45	V11		47
V12	R4	51		R4	49
	R5	54		R5	52
V13		57	V12		54
V14		68	V13		60
	R6	79	V14		65
	R7	101		R6	77
	R8	107		R7	106
				R8	113

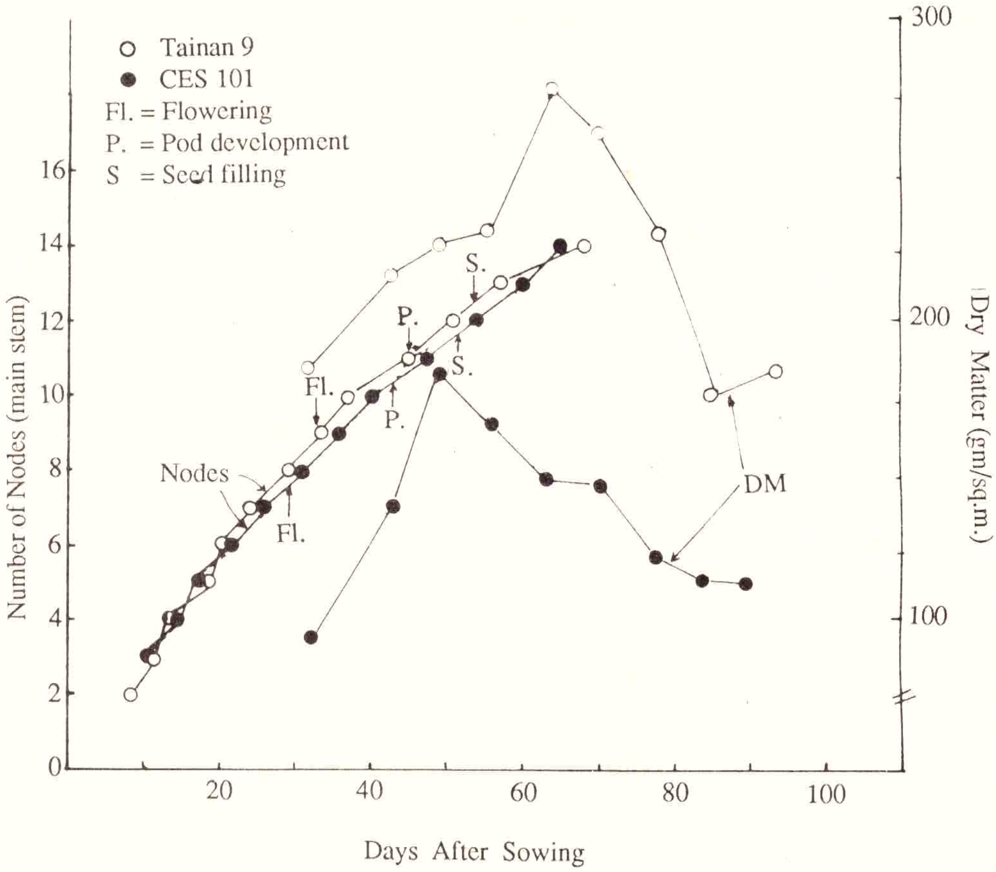


Figure 1. Development of nodes on main stem and dry matter accumulation of Tainan 9 (0) and CES 101 (0) peanut during cool sason at chiang Mai.

ประการสำคัญ รวมทั้งการพักตัวของเมล็ดด้วย VO เป็นระยะที่ใบเลี้ยงแผ่ออกเต็มที่ จากการสังเกตพบว่าเกิดขึ้นในเวลาที่ใกล้เคียงกับ VE มาก พันธุ์ CES 101 มีการเจริญถึงระยะ VO เฉลี่ยช้ากว่าพันธุ์ไทนาน 9 อยู่ 1 วัน แต่ V_{1-n} เป็นระยะที่พืชสร้างจำนวนข้อ พบว่า ตลอดช่วงอายุการเจริญทั้ง 2 พันธุ์ มีจำนวนข้อเท่ากันคือ 14 ข้อ และมีข้อที่น่าสังเกตว่าทั้ง 2 พันธุ์มีอัตราการสร้างจำนวนข้อหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการสร้างจำนวนใบ ในช่วงระยะก่อนออกดอกไม่แตกต่างกัน แต่หลังจากออกดอกแล้วพันธุ์ CES 101 มีแนวโน้มสร้างจำนวนข้อช้ากว่า Figure 1 ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พันธุ์ CES 101 มีอายุการเก็บเกี่ยวช้ากว่าพันธุ์ไทนาน 9

เมื่อพิจารณาการสะสมน้ำหนักแห้ง Figure 1 พบว่า พันธุ์ไทนาน 9 มีการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนของต้นและใบ (ส่วนที่อยู่เหนือดิน) มากกว่า และทั้งสองพันธุ์ให้น้ำหนักแห้งสูงสุดหลังจากออกดอกไปแล้ว พันธุ์ไทนาน 9 ให้น้ำหนักแห้งสูงสุดหลังระยะที่เริ่มการสะสมน้ำหนักเมล็ด (R_5) เล็กน้อย เปรียบเทียบกับพันธุ์ CES 101 พบที่ระยะก่อนการสะสมน้ำหนัก

เมล็ดเล็กน้อย จากระยะนี้ไปน้ำหนักแห้งลดลงเป็นลำดับ อันอาจเนื่องจากการร่วงหล่นของใบ (senescence) และถ่ายเทสารอาหารที่สะสมไว้ไปเลี้ยงฝักและเมล็ด

การเจริญทางการแพร่ขยายพันธุ์นับตั้งแต่ระยะ R_1 เป็นต้นไปจนถึงระยะ R_8 ซึ่งเป็นระยะที่พืชมีฝักแก่พร้อมเก็บเกี่ยว ส่วน R_9 นั้นเป็นระยะที่ฝักแก่เกินไป ถ้าการเก็บเกี่ยวล่าช้าจนถึงระยะนี้แล้วจะทำให้ผลผลิตเสียหายเนื่องมาจากการขาดของเข็มเป็นไปได้ง่ายโดยเฉพาะการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการถอนหรือจะด้วยการใช้จอบขุดก็ตาม R_1 เป็นระยะที่ดอกใดดอกหนึ่งบนต้นหลักเริ่มบาน พันธุ์ CES 101 ออกดอกเร็วกว่าพันธุ์ไทนาน 9 ประมาณ 4 วัน คือออกดอกเมื่ออายุประมาณ 29 วัน หลังปลูกในขณะที่พันธุ์ไทนาน 9 ออกดอกเมื่ออายุ 33 วัน แต่เมื่อนับอายุตั้งแต่ออกดอกแรกจนถึงอายุเก็บเกี่ยว (R_8) พบว่าพันธุ์ CES 101 มีอายุนานกว่าประมาณ 6 วัน คือมีอายุเก็บเกี่ยว 113 วัน ส่วนไทนาน 9 มีอายุ 101 วัน Table 2 แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ CES 101 มีอายุการเจริญทางการแพร่ขยายพันธุ์ยาวกว่า ซึ่งความแตกต่างระหว่าง 2 พันธุ์ เกิดขึ้นในช่วงระยะระหว่างเริ่มมีการสะสมน้ำหนักเมล็ด (R_5) จนถึงฝักแก่พร้อมเก็บเกี่ยว (R_8) กล่าวคือพันธุ์ CES 101 ใช้เวลาในการพัฒนาประมาณ 59วัน เปรียบเทียบกับพันธุ์ไทนาน 9 ซึ่งใช้เวลาเพียงประมาณ 52 วัน ส่วนอายุการเจริญในระยะอื่นนับตั้งแต่ออกดอกแรกจนฝักเจริญเต็มที่ (R_4) ไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างพันธุ์ทั้งสอง

ถั่วทั้ง 2 พันธุ์ถึงแม้ว่าออกดอกแล้วก็ตาม ก็ยังมีการเจริญทางลำต้นและใบอยู่ คือยังมีการสร้างจำนวนข้อหรือใบเพิ่มเติมขึ้นต่อไป พันธุ์ไทนาน 9 เริ่มออกดอกเมื่อมีจำนวนข้อ 8 ข้อ ส่วนพันธุ์ CES 101 ออกดอกเมื่อมี 7 ข้อ และทั้ง 2 พันธุ์ สร้างจำนวนข้อต่อไปจนถึงข้อสุดท้าย คือข้อที่ 14 เมื่ออายุ 68 วัน และ 65 วัน สำหรับพันธุ์ไทนาน 9 และ CES 101 ตามลำดับ การที่พืชยังมีการเจริญทางลำต้นและใบหลังการออกดอกแล้วนั้นได้แสดงถึงลักษณะการเจริญแบบทอดยอด (indeterminate growth) ทั้งสองพันธุ์มีอายุการทอดยอดนับตั้งแต่ดอกแรกเริ่มบานจนถึงการสร้างข้อสุดท้ายไม่แตกต่างกันคือใช้เวลา ประมาณ 35 วัน การมีการเจริญแบบทอดยอดมีทั้งข้อดีและข้อเสียในแง่การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลกระทบถึงผลผลิต ข้อดีของการเจริญแบบทอดยอดโดยสรุปคือ ผลผลิตจะไม่ได้รับความเสียหายมากภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความผันแปร หรือนัยหนึ่งการให้ผลผลิตมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ดังมีตัวอย่างในถั่วเหลืองเมื่อเกิดความเครียดน้ำขึ้น (Show and Laing , 1966) ส่วนข้อเสียคือมีการแข่งขันหรือแก่งแย่งกันในสารอาหารระหว่างอวัยวะส่วนที่เป็นผลผลิต กับส่วนที่ยังมีการเจริญทางลำต้นและใบ แทนที่สารอาหารดังกล่าวจะถูกส่งไปยังส่วนที่เป็นผลผลิตแห่งเดียว

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาและกำหนดระยะการเจริญของถั่วลิสง โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเป็นบรรทัดฐานที่เสนอโดย Boote (1982) นั้นใช้ได้ผลดีทั้งพันธุ์ประเภท spanish และ virginia และผลจากการนำถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 และ CES 101 มาทำการศึกษาและทดสอบตามหลักของ Boote ภายใต้สภาพแวดล้อมของเชียงใหม่ แล้วสรุปได้ว่า ใช้ได้ผลดี สามารถตรวจสอบหรือสังเกตได้ง่ายและไม่ยุ่งยาก อาจจะมีความยากอยู่บ้างในระยะ VE และ VO ซึ่งสังเกตและกำหนดให้แยกออกจากกันได้ยาก เพราะว่าเป็นการเจริญที่ใกล้ชิดกันมาก เชื่อว่าความลึกของการปลูกน่าจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญในระยะทั้งสองดังกล่าว ทั้งนี้เนื่องจากการงอกของถั่วลิสงเป็นแบบอยู่ระหว่างกลางระหว่าง epigeal และ hypogeal ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความลึกของเมล็ดที่ปลูก ดังนั้นในการกำหนดระยะการเจริญของถั่วลิสง ควรกำหนดโดยการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา(VหรือR) แทนที่จะกำหนดโดยนับจำนวนวันหลังปลูก หลังงอก วันออกดอก หรือ วันแทงเข็ม และอาจจะดีขึ้นถ้าจะใช้ทั้งสองแบบควบคู่กันไป

เอกสารอ้างอิง

Boote, K.J. (1982). Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.) Peanut Sci., 9: 35-40.

Fehr, W.R., Caviness, C.R.; Burmood, D.T.; and Pennington, J.S.(1971). Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L) Merill. Crop Sci. 11 : 929-931.

Hanway, J.J.(1963). Growth stages of corn (*Zea mays* L.) Agron. J. 55: 487-492.

Shaw, R.H. and Laing, D.R. (1966). Moisture stress and crop response. In Plant Environment and Efficient water Use, ed. W.H. Pierre et al. American Society of Agronomy, Madison.

Vanderlip, R.L. and Reeves, H.E.(1972). Growth stages of Sorghum (Sorghum bicolor (L) Moench.) Agron. J. 64 : 13-16.

Waldren, R.P. and Flowerday, A.D. (1979). Growth stages and distribution of dry matter, N.P. and K in winter wheat Agron.J. 71 : 391-397.

วารสารเกษตร 6,1:49-62 (2533)

Journal of Agriculture 6,1:49-62 (1990)

การใช้ประโยชน์จากการตรึงไนโตรเจนในการผลิตพืชเศรษฐกิจบางชนิดในภาคเหนือ

อำพรรณ พรมศิริ

UTILIZATION OF NITROGEN FIXATION IN PRODUCTION OF SOME CASH CROPS IN THE NORTHERN REGION

Ampan bhromsiri

ABSTRACT : Utilization of biological nitrogen fixation in soybean and rice production of the Northern region were discussed. In the traditional soybean growing areas, about 44 percent of the farmers in the irrigated zone use rhizobial inoculant while 80 percent of those in the rainfed area do not inoculate their fields. Non significant responses of soybean to rhizobial inoculation in these areas have been reported. The non responsive inoculation was due to the high population of effective indigenous rhizobial strains in the soils. In the new cultivated area, nodulation and yield improvement of soybean could be achieved by rhizobial inoculation. However, duration and amount of rainfall after sowing of the inoculated seeds are two factors influencing the successful responses of soybean in the rainfed upland area. Benificial effects of azolla utilization on rice yield and soil improvement were reported. Some limitations for the azolla usage and suggestion were discused.

บทคัดย่อ : ในการปลูกถั่วเหลืองในภาคเหนือ เกษตรกรในเขตชลประทานใช้ผงเชื้อไรโซเบียมคลุกเมล็ดก่อนปลูกประมาณร้อยละ 44 ในขณะที่เกษตรกรในเขตเกษตรน้ำฝนจำนวนถึงร้อยละ 80 ไม่เคยใช้ผงคลุกเชื้อไรโซเบียมเลย สำหรับบริเวณที่มีการปลูกถั่วเหลืองเป็นเวลานาน การใช้ผงเชื้อไรโซเบียมไม่ทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เพราะบริเวณดังกล่าวมีเชื้อไรโซเบียมสายพันธุ์พื้นเมืองที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนได้ดี อาศัยอยู่ในดินตามธรรมชาติในปริมาณที่มากอยู่แล้ว แต่ในบริเวณที่ไม่เคยปลูกถั่วเหลืองมาก่อน การใช้ผงเชื้อไรโซเบียมช่วยทำให้การเกิดปมดีขึ้น และมีการตรึงไนโตรเจนมากพอที่จะทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ดี การคลุกเชื้อไรโซเบียมจะให้ผลดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับจังหวะและปริมาณของฝนที่ตกในภายหลังจากการหยอดเมล็ดที่คลุกเชื้อแล้ว สำหรับ

ภาควิชาปฐพีและอนุรักษ์ศาสตร์ คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002
Department of Soil Scieue and Couservstion, Faculty of Agriculture, Chinag Mai University
Chiang Mai 50002.

การปลูกข้าว เมื่อมีการใช้แหนแดงซึ่งเป็นเฟิร์นน้ำจืดชนิดหนึ่งที่ตรึงไนโตรเจนได้เช่นกัน ไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น และยังเป็นการปรับปรุงดินอีกด้วย แต่ยังมีข้อจำกัดบางประการในการใช้แหนแดง ซึ่งบทความนี้ได้ให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

คำนำ

พืชตระกูลถั่วเป็นพืชที่มีปมที่ราก ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรียในตระกูลไรโซเบียมและจากการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันระหว่างเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้กับพืชตระกูลถั่ว ทำให้พืชชนิดนี้สามารถใช้ประโยชน์จากก๊าซไนโตรเจนในอากาศได้ และสามารถเจริญเติบโตตลอดจนให้ผลผลิตแม้ดินจะมีธาตุไนโตรเจนต่ำ ในบรรดาพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคเหนือนั้น เป็นพืชตระกูลถั่ว 3 ชนิด คือ ถั่วเขียว ถั่วลิสง และถั่วเหลือง ซึ่งพืชทั้งสามชนิดนี้เป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์จากการตรึงไนโตรเจนได้เช่นกันหากมีการใช้ปุ๋ยพืชสดในการปลูก เช่น แหนแดง อย่างไรก็ตามการที่พืชเศรษฐกิจเหล่านี้จะได้รับประโยชน์จากการตรึงไนโตรเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ซึ่งน่าจะนำมาพัฒนาเพื่อหาแนวทางที่จะทำให้เกษตรกรได้มีโอกาสที่จะใช้ประโยชน์จากกระบวนการดังกล่าวในการผลิตพืชให้ได้มากที่สุด

สถานภาพการผลิตถั่วเศรษฐกิจของภาคเหนือ

ภาคเหนือเป็นแหล่งผลิตถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสงแหล่งใหญ่ของประเทศ ในฤดูกาลผลิตปี 2526/27 พื้นที่เพาะปลูกถั่วเขียวของภาคเหนือมีทั้งหมด 2,366 ล้านไร่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 78.31 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ ผลผลิตถั่วเขียวที่ได้จากแหล่งผลิตในภาคเหนือมีทั้งหมด 233,381 ตัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 80.94 ของผลผลิตทั้งประเทศ และมีผลผลิตต่อไร่โดยเฉลี่ย 106 ก.ก จังหวัดที่ปลูกมากที่สุด คือ เพชรบูรณ์ รองลงมา คือ นครสวรรค์ พิษณุโลก สุโขทัย และกำแพงเพชรตามลำดับ สำหรับถั่วลิสงมีพื้นที่เพาะปลูกในภาคเหนือ 4.80 แสนไร่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 61.34 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ มีผลผลิตทั้งหมด 94,037 ตัน คิดเป็นร้อยละ 64.70 ของผลผลิตทั้งประเทศ โดยมีผลผลิตต่อไร่โดยเฉลี่ย 202 ก.ก. จังหวัดที่ปลูกมากที่สุด คือ จังหวัดลำปาง รองลงมาได้แก่ จังหวัดแพร่ และน่านตามลำดับ ส่วนถั่วเหลืองมีพื้นที่เพาะปลูกในภาคเหนือทั้งหมด 8.57 แสนไร่หรือร้อยละ 85.01 ของเนื้อที่เพาะปลูกทั้งประเทศ ให้ผลผลิตทั้งหมด 94,037 ตัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 86.02 ของผลผลิตทั้งประเทศ และมีผลผลิตต่อไร่โดยเฉลี่ย 186 ก.ก. จังหวัดที่ปลูกมากคือ จังหวัดสุโขทัย ซึ่งปลูกในช่วงฤดูฝน และจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งปลูกในช่วงฤดูแล้งหลังฤดูทำนาปี (ศูนย์พัฒนาภาคเหนือ ,2529)

เมื่อพิจารณาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงเนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิตรวมและผลผลิตต่อไร่ของถั่วทั้ง 3 ชนิดในประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร,2528) ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 ถึงพ.ศ. 2527 ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าเนื้อที่ปลูกถั่วเขียว และถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นในอัตรา 12.38 และ 1.43 เปอร์เซนต์ต่อปี ส่วนเนื้อที่เพาะปลูกถั่วลิสงลดลง ผลผลิตของถั่วเหลืองและถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นอยู่ในอัตราร้อยละ 2.91 และ 2.92 ต่อปีตามลำดับซึ่งเกิดจากการเพิ่มพื้นที่ปลูกและกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพการผลิตพืชทั้ง 3 ชนิดต่อไร่ ไม่มีการพัฒนา หรือ

พัฒนาน้อย ในแง่ของผลตอบแทนที่เกษตรกรได้รับ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 2 จะเห็นว่ารายได้สุทธิของการผลิตถั่วทั้ง 3 ชนิดต่ำกว่าต้นทุนการผลิตทั้งหมด แต่เมื่อคิดเฉพาะต้นทุนเงินสด ถือได้ว่ายังพอมีกำไร

Table 1. Changes of cultivated area, total production, average yield, cost and price of production for leguminous crops in 1974-1984 crop years.

unit: %/year

crop	cultivated area	total production	average yield/rai	cost of production		price
				total	cash	
mungbean	+12.38	+9.22	-2.95	+4.55	+4.27	+3.48
soybean	+1.43	+2.91	+1.94	+8.50	+8.52	+6.02
peanut	-0.06	-0.25	-0.32	+7.50	+13.57	+7.82

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2528).

Table 2. Comparison of the total cost of production to cash cost and price of leguminous crops in 1984.

crop	total cost	cash cost	price of production
mungbean	100	44	127
soybean	100	49	97
peanut	100	40	110

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์(2528).

เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่อยู่ในความสนใจของรัฐบาล เพราะปริมาณการผลิตต่ำกว่าปริมาณที่ต้องการใช้ ฉะนั้นจะเน้นเฉพาะการผลิตและปัญหาสำหรับถั่วเหลืองเท่านั้น จากการศึกษาการผลิตและการตลาดถั่วเหลืองในประเทศไทย โดยฝ่ายวิจัยสินค้าเกษตรกรรมที่ 5 กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตรในปีพ.ศ. 2530 พบว่าต้นทุนการผลิตถั่วเหลืองที่เป็นเงินสด ส่วนใหญ่เป็นค่ายากำจัดศัตรูพืชและค่าปุ๋ย (ตารางที่ 3) แต่อย่างไรก็ดี อัตราการใช้ปุ๋ยในการผลิตถั่ว

Table 3. Costs of soybean production in 1985.

Item	percentage of farmers		amount used(kg)	cost	
	used	not used		cash (Baht/kg)	credit (Baht/kg)
fetilizer	66.47	33.53	1.373	22.858	30.925
pesticide	90.47	9.41	0.352	253.785	296.320
treshing by machine	95.29	-	-	0.341	-
hand treshing	-	4.17	-	0.188	-
seed	100.00	-	11.03	9.105	13.198

ที่มา : ฝ่ายวิจัยสินค้าเกษตรกรรมที่ 5 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร (2530).

เหลืองของเกษตรกรยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก ในแง่ของปัญหาในการผลิตถั่วเหลืองสำหรับเกษตรกร ปัญหาด้านการทำลายของศัตรูพืชเป็นปัญหาที่พบมากที่สุด รองลงมาคือ การขาดน้ำ ดังตารางที่ 4 ถึงแม้ข้อมูลในตารางที่ 1-4 เป็นข้อมูลระดับประเทศ แต่เนื่องจากภาคเหนือเป็นแหล่งใหญ่ในการเพาะปลูกพืชดังกล่าว ดังนั้นสถานภาพการผลิตถั่วเศรษฐกิจภาคเหนือ น่าจะมีแนวโน้มเป็นไปในลักษณะเดียวกัน

ในแง่ของการใช้ปุ๋ยและการใช้เชื้อไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลือง จากการสำรวจเกษตรกรในอำเภอหางดง สันป่าตอง และแม่ริม (วิชัยศรี,2530) พบว่าเกษตรกรร้อยละ 50 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมีที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยนาเกรด 16-20-0 อัตราการใส่ปุ๋ยอยู่ในเกณฑ์ที่ให้ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ในระดับต่ำกว่าอัตราแนะนำสำหรับการปลูกถั่วเหลือง นอกจากเกษตรกรจะใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราต่ำแล้วยังใช้วิธีการใส่แบบหว่านไปบนผิวดินซึ่งเป็นวิธีการที่ปุ๋ยมีโอกาสจะสูญเสียความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยได้ง่าย โดยการ

Table 4. Problems of soybean cultivation for Thai farmers in 1985.

problems	% of farmers
lack of water	25.00
lack of seed	2.04
lack of labor	2.5
no market	1.02
lack of cash input	3.06
poor soil	1.02
pest damage	62.76
no problem	0.51
total	100.00

ที่มา : ฝ่ายวิจัยสินค้าเกษตรกรรมที่ 5 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร (2530).

ชะล้างโดยน้ำ และโดยปฏิกิริยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในดิน ทำให้โอกาสที่ต้นถั่วจะได้รับประโยชน์จากปุ๋ยมีน้อยลง สำหรับการใช้เชื้อไรโซเบียมนั้น เกษตรกรในท้องที่ดังกล่าวประมาณร้อยละ 44 ใช้เชื้อไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลือง ส่วนพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองที่ใช้น้ำฝน เช่น จังหวัดสุโขทัยนั้น ปรากฏว่าเกษตรกรร้อยละ 80 ไม่ใช้เชื้อไรโซเบียม และบริเวณพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองโดยไม่ใช้เชื้อไรโซเบียมนั้นมีประมาณร้อยละ 73 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด (ตารางที่ 5 : ฝ่ายฝึกและนิเทศ, 2528)

Table 5. Utilization of rhizobium inoculant in rainfed soybean growing area in Sukothai and yield of soybean.

scale of utilization	farmer		cultivated area		average yield (kg/rai)
	number	%	rai	%	
full cover	13	9.92	269	9.98	174.3
partial cover	12	9.16	457	16.97	160.1
non	106	80.92	1,968	73.05	194.8
total	131	100.00	2,6494	100.00	

ที่มา : ฝ่ายฝึกและนิเทศ สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่(2528).

เชื้อไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลืองที่มีอยู่ในดินโดยธรรมชาติ

เนื่องจากเกษตรกรในแหล่งผลิตถั่วเหลืองของภาคเหนือ ได้เพาะปลูกถั่วเหลืองมาเป็นเวลานาน ฉะนั้นปริมาณของไรโซเบียมที่มีอยู่ในดินบริเวณที่เป็นแหล่งผลิตถั่วเหลือง เช่น เชียงใหม่ สุโขทัย แม่ฮ่องสอน และอุตรดิตถ์ ควรจะมีมากมาย และเป็นที่น่าสนใจว่า ธรรมชาติของเชื้อไรโซเบียมที่มีอยู่ในดินโดยธรรมชาติ ซึ่งอาจเรียกว่าไรโซเบียมสายพันธุ์พื้นเมืองเป็นเช่นไร จากการศึกษาวิจัยของ Bhormsiri and Thompson (1987) พบว่าเมื่อนำถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ เช่น ถั่วเหลืองผิวดำ ถั่วเหลืองพันธุ์พื้นเมืองจากอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ถั่วเหลืองพันธุ์ป่า *(Glycine ussriensis)* ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และถั่วเหลืองพันธุ์ต่างประเทศ คือ Forrest หรือ Improved pelican จากประเทศสหรัฐอเมริกาไปปลูกในพื้นที่ของเกษตรกร ในจังหวัดต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และพื้นที่เหล่านั้นเกษตรกรไม่เคยใช้เชื้อไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลืองมาก่อน ปรากฏว่าถั่วเหลืองทุกพันธุ์เกิดปมได้ดี และเชื้อไรโซเบียมที่แยกมาจากปมถั่วเหล่านี้ประมาณร้อยละ 50 ของจำนวนทั้งหมดเกือบ 2000 isolate ไม่อยู่ในกลุ่มเดียวกับเชื้อไรโซเบียมสายพันธุ์มาตรฐานที่ใช้ผลิตผงคลุกเชื้อไรโซเบียม นอกจากนี้ยังพบว่า isolate จำนวนมากมีประสิทธิภาพดีกว่าหรือเท่ากับไรโซเบียมสายพันธุ์มาตรฐาน ดังรูปที่ 1 และจากการศึกษาผลของการคลุกเชื้อไรโซเบียมสายพันธุ์มาตรฐาน สำหรับการปลูกถั่วเหลืองในบริเวณดังกล่าวเปรียบเทียบกับที่ไม่ใช้เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 50 ก.ก. ต่อเฮกตาร์ พบว่าทั้งการใส่เชื้อไรโซเบียมและการใส่ปุ๋ยไม่ให้ผลแตกต่างจากไม่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่เชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในแง่ของการเกิดปมและการเจริญเติบโต ดังรูปที่ 2 นอกจากนี้การตรึงไนโตรเจนของต้นถั่วที่ปลูกโดยไม่คลุกเชื้อและไม่ใส่ปุ๋ยยังอยู่ในอัตราที่สูงการทดลองดังกล่าวยืนยันได้แน่ชัดว่า เชื้อไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลืองสายพันธุ์ธรรมชาติในดินเหล่านี้มีอยู่ในปริมาณที่มากและมีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจน การใช้ผงเชื้อไรโซเบียมคลุกเมล็ดก่อนปลูกแม้ว่าจะสามารถเข้าไปสร้างปมที่รากได้ดี คือสามารถสร้างปมได้ถึง 80-90% ของปมทั้งหมดที่เกิดขึ้นแต่ก็ไม่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของถั่วให้ดีขึ้นไปกว่าการไม่ใช้เชื้อ เนื่องจากเชื้อที่มีอยู่แล้วในดินมีประสิทธิภาพในการตรึงไนไตรเจนไม่แพ้เชื้อมาตรฐาน หากดินจากแหล่งผลิตถั่วเหลืองในภาคเหนือ มีเชื้อไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงอยู่ในปริมาณมากถั่วเหลืองที่ปลูกในบริเวณดังกล่าว ย่อมไม่ตอบสนองต่อการใช้ผลคลุกเชื้อในแง่ของการเพิ่มผลผลิตอย่างไรก็ดี แม้การใช้ผลคลุกเชื้อไรโซเบียมไม่ทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองแตกต่างจากการไม่ใช้เชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าการคลุกเชื้อทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและผลผลิตที่เพิ่มขึ้นให้ผลตอบแทนมากกว่ามูลค่าของเชื้อไรโซเบียมที่ใส่ เกษตรกรที่น่าที่จะใช้ผลเชื้อไรโซเบียม เพราะนอกจากได้ผลตอบแทนคุ้มค่าการลงทุนแล้ว จากการศึกษาพบว่า คุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกโดยการคลุกเชื้อมีคุณภาพดี มีเปอร์เซนต์ไนโตรเจนสูง ซึ่งแสดงว่ามีโปรตีนสูงอีกด้วย

Figure 1. Effectiveness of fixation of local thai isolates.

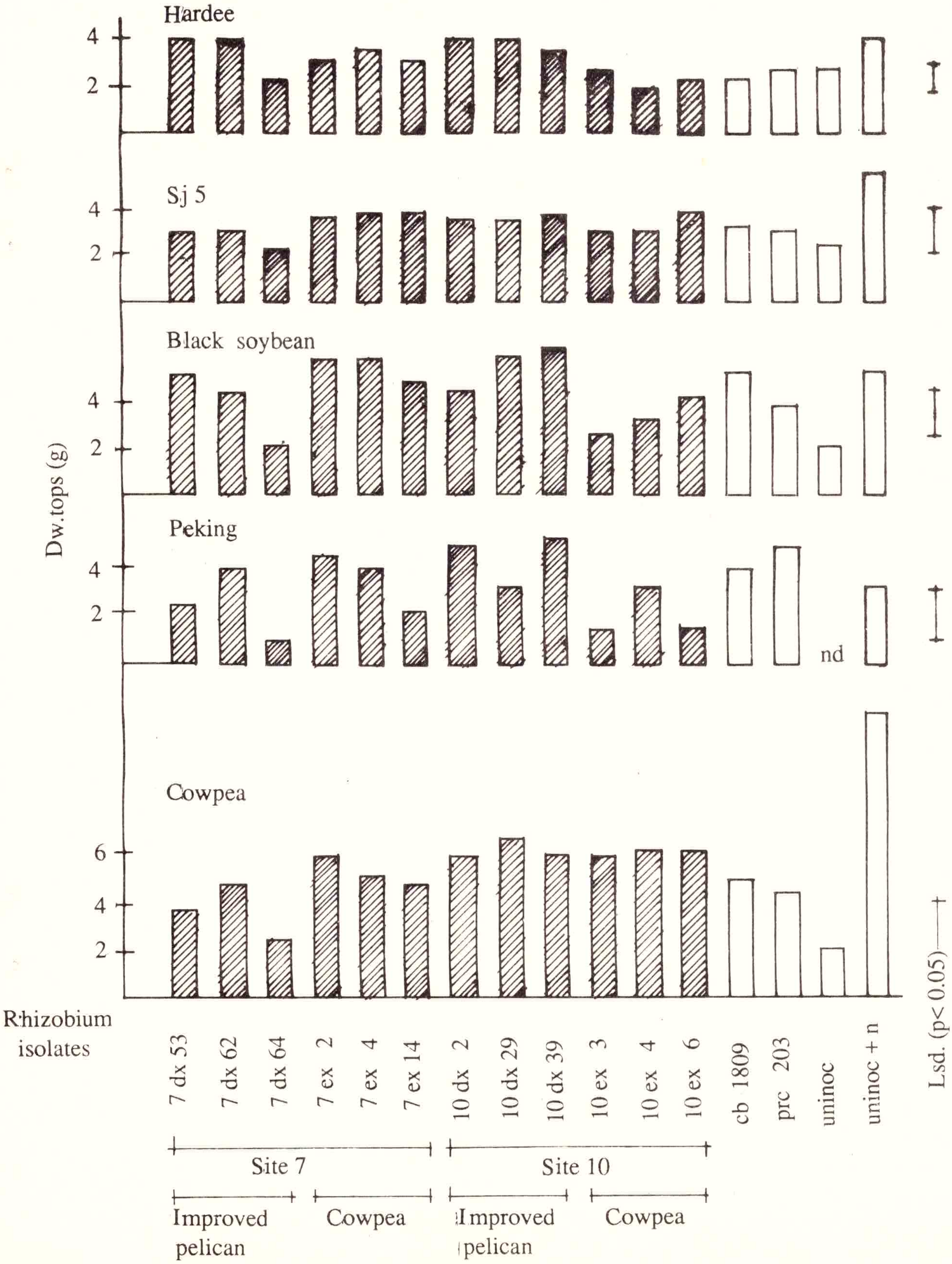
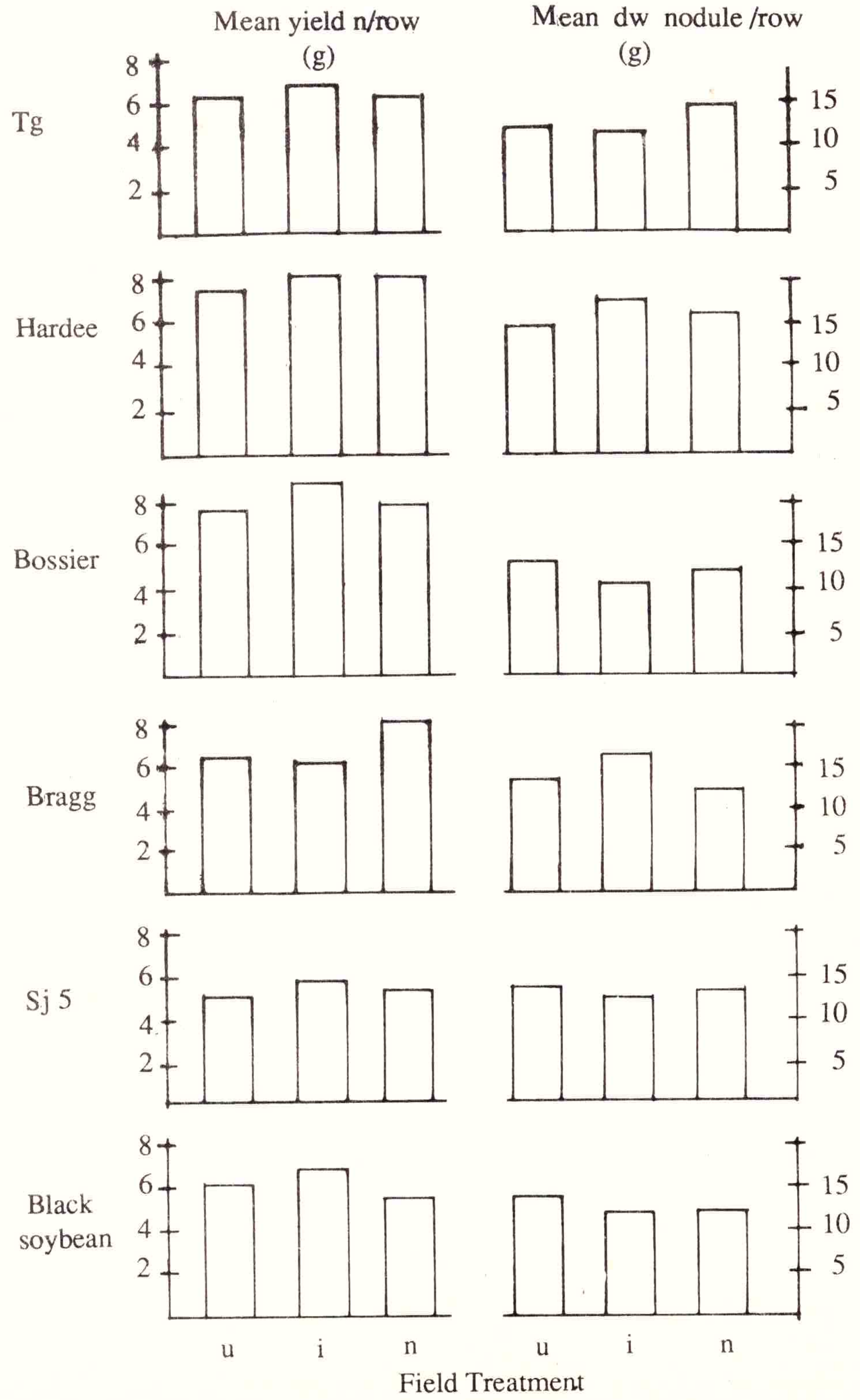


Figure 2. Effect of inoculation and fertilizer - N on N yield and nodulating of six cultivars of soybean sown at seven sites in Northren Thailand during 1987.



ปัญหาในการใช้เชื้อไรโซเบียม

ในการผลิตถั่วเหลืองในฤดูแล้งของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ มักมีปัญหาด้านการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากถั่วเหลืองมีเปอร์เซนต์น้ำมันสูง ความงอกจะเสื่อมได้ง่าย เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้ข้ามปีจึงไม่เหมาะที่ใช้ปลูกในฤดูถัดไป ถ้าเกษตรกรที่อาศัยในพื้นที่อาศัยน้ำฝนในจังหวัดเชียงใหม่สามารถปลูกถั่วเหลืองในฤดูฝนได้ นอกเหนือจากการปลูกข้าวหรือข้าวโพดซึ่งเป็นพืชที่มีปัญหาในเรื่องตลาดแล้ว รายได้ของเกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าวซึ่งส่วนใหญ่ยากจน จะเพิ่มขึ้นเพราะถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีปัญหาในด้านตลาดน้อยกว่า อีกทั้งยังเป็นการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสำหรับเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มที่ปลูกถั่วเหลืองหลังนาอีกด้วย เนื่องจากพื้นที่เหล่านี้ไม่เคยถูกใช้ในการปลูกถั่วเหลืองมาก่อน การใช้เชื้อไรโซเบียมจึงเป็นสิ่งจำเป็น จากการทดลองปลูกถั่วบนที่ดอนอาศัยน้ำฝน ณ สถานีทดลองแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Bhromsiri and Shutsrirung (1986) พบว่าเมื่อปลูกถั่วเหลืองในพื้นที่ซึ่งไม่เคยปลูกถั่วเหลืองมาก่อนในช่วงฤดูฝน การใช้เชื้อไรโซเบียมทำให้การเกิดปมดีขึ้นและทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นจากที่ไม่คลุกเชื้อประมาณ 24% การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 4 ก.ก. ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตต่ำกว่าการใช้เชื้อไรโซเบียม เนื่องจากการมีฝนตกชุก ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยบางส่วนมีโอกาสสูญเสียไปกับการชะล้างโดยน้ำ ทำให้พืชใช้ประโยชน์จากปุ๋ยลงดังตารางที่ 6 การ

Table 6. Effects of rhizobial inoculation on number of nodule grain yield, yields index and good seed yield of soybean under upland rainfed condition in the wet season (Bhromsiri and Shutsrirung,1986).

treatment	no.of[1] nodule/plant	grain yield (kg/rai)	yield index	good seed yield (kg/rai)
control	1.69	500.8 [2]	100	144
rhizobium inculation	16.45	622.4	124	227.2
4 kg N/rai	4.12	534.4	106	136.0
LSD 0.01	6.47	N.S		

N.S not sigficant
1) number of nodule at 49 days after planting
2) 1 sqare meter harvested area

ใช้เชื้อไรโซเบียมคลุกเมล็ดก่อนปลูกสำหรับช่วงฤดูฝน จะให้ผลดีเพียงไรขึ้นกับช่วงและปริมาณการตกของฝน ถ้าหากฝนตกหนักภายหลังที่หยอดเมล็ดไปแล้ว อาจมีปัญหาเนื่องจากดินอาจอัดตัวแน่น โดยเฉพาะดินที่มีเปอร์เซนต์ silt สูง และมีอินทรีย์วัตถุต่ำ ทำให้ต้นอ่อนของถั่วเหลืองไม่สามารถโผล่พ้นดินได้ง่ายและเกิดการเน่าเสีย แต่ถ้าฝนไม่ตกหลังจากการหยอดเมล็ด ถั่วเหลือง

เชื้อไรโซเบียมก็อาจจะตายไป แม้เป็นที่ทราบดีว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่ผลิตได้ในช่วงฤดูฝนมักมีคุณภาพต่ำ เพราะฤดูฝนเหมาะกับการเข้าทำลายของเชื้อโรคและแมลง แต่จากการศึกษา พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกโดยการคลุกเชื้อไรโซเบียมมีคุณภาพดีกว่าดังตารางที่ 6 สำหรับการปลูกถั่วเหลืองในช่วงปลายฝน แม้จะได้ผลผลิตต่ำกว่า เนื่องจากประสบปัญหาการขาดน้ำในระยะหลังการออกดอก แต่เมล็ดที่ได้มีคุณภาพดีกว่า เพราะในช่วงเก็บเกี่ยวไม่มีฝนตกจึงเหมาะสมที่จะใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ในช่วงฤดูแล้ง แต่การผลิตถั่วเหลืองในช่วงเวลาดังกล่าวก็ไม่มีปัญหาหากจะใช้เชื้อไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิต เพราะในช่วงที่ถั่วกำลังสร้างเมล็ด ดินมีความชื้นต่ำปมถั่วอาจจะหลุดไป ทำให้สูญเสียประโยชน์ที่จะได้จากการตรึงไนโตรเจนจากไรโซเบียมในปมถั่วสำหรับการเสริมสร้างผลผลิต ดังตารางที่ 7 หลังจากสิ้นสุดฤดูการปลูกถั่งเหลืองในช่วงฤดูฝนแล้ว ในเขตที่ดอนอาศัยน้ำฝนจะ

Table 7. Effects of rhizobial inoculation on number of nodule grain yield, %N of seed and % nodule occupancy by inoculated strain of soybean under upland rainfed in the post rainy season (Bhromsiri and Shutsrirung,1986).

treament	number of nodule perplant	grain yield kg/rai	% N of seed	% nodule occupancy
control	9.89	196.8	5.33	0
4 kg N/rai	8.80	224	5.79	0
inoculation	18.30	184	6.04	29.53
inoculation + 2 kg N/rai	20.04	193.6	5.96	38.78
LSD 0.01	8.56	*	*	16.80

* = non significant

อยู่ในสภาพแห้งแล้งเป็นเวลานานหลายเดือน จนกว่าจะถึงฤดูฝนในปีต่อไป เชื้อไรโซเบียมที่ใช้คลุกเมล็ดถั่วเหลืองในปีแรกจะมีชีวิตอยู่รอดในดินในปริมาณไม่มากนัก ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 8 จากตารางดังกล่าว ต้นถั่วเหลืองที่ปลูกในปีที่สองโดยไม่คลุกเชื้อ มีปมที่เกิดจากเชื้อที่ใช้คลุกในปีแรกน้อยมาก และแตกต่างจากผลที่พบในปีแรกอย่างเด่นชัด ข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องใช้เชื้อไรโซเบียมสำหรับการปลูกถั่วเหลืองทุกๆ ปี ถ้าหากต้องการให้ปริมาณของเชื้อไรโซเบียมมีมากพอสำหรับการเสริมสร้างผลผลิตถั่วเหลือง (Bhromsiri and Shutsrirung. 1986)

Table 8. Residual effect of N fertilization and rhizobial inoculation on nodulation, % nodule occupancy of the inoculated strain and yield of soybean in the second year (Bhromsiri and Shutsrirung, 1986).

1st year treatment	no.nodule* per plant	% nodule occupancy	seed yield* kg/rai
control	10.80	0	209.6
4 kg N/rai	11.70	0	232.0
inoculation	10.80	2.89	246.4
inoculation + 2 kg N/rai	13.90	2.67	213.2

* =non significant

การใช้แหนแดงสำหรับการผลิตข้าว

แหนแดงเป็นเฟิร์นน้ำจืด ที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ เนื่องจากภายในช่องภายในใบมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินพวก *Anabaena azollae* อาศัยอยู่ และสาหร่ายชนิดนี้ใช้ชีวิตร่วมกับแหนแดงแบบพึ่งพาอาศัยกันและกันโดยตรึงไนโตรเจนจากอากาศเพื่อให้แหนแดงได้ใช้ประโยชน์ จากการศึกษาวิจัยของนักวิชาการจากกรมวิชาการเกษตรพบว่าแหนแดงสามารถใช้เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับการปลูกข้าว และทำให้ข้าวให้ผลผลิตสูงเทียบเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แนะนำ และจากการศึกษาการใช้แหนแดงสำหรับการปลูกข้าว กข.1 ณ สถานีทดลองของศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (Bhromsiri and Wada,1983) พบว่าหากมีน้ำเพียงพอก่อนการปักดำเป็นเวลา 1 เดือน สามารถปลูกแหนแดงในนาได้ 4 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะใช้แหนแดงสูงในอัตรา 125 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งแหนแดงดังกล่าวจะขึ้นเต็มที่ได้ในเวลา 1 สัปดาห์ และให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 5 เท่า ในการปลูกแหนแดงแต่ละครั้ง จะได้น้ำหนักสดประมาณ 1 ตันต่อไร่ และเมื่อไถกลบแหนแดงที่ได้ในแต่ละครั้งลงไปในดิน พบว่าการไถกลบแหนแดง 4 ครั้ง ก่อนการปักดำ นอกจากจะทำให้ข้าวให้ผลผลิตเพิ่มจากข้าวที่ปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยถึง 50% ดังตารางที่ 9 แล้ว เมื่อใช้แหนแดงสำหรับการปลูกข้าวติดต่อกัน 3 ฤดูปลูก สมบัติทางกายภาพของดินในระดับความลึก 0-10 ซ.ม. จะดีขึ้น คือความหนาแน่นลดลงความคงทนของเม็ดดิน การยอมให้น้ำฝน และการอุ้มน้ำของดินจะดีขึ้นดังตารางที่ 10 (คลอดเพ็ง และคณะ 2526)

เนื่องจากแหนแดงเป็นพืชที่ต้องการฟอสฟอรัสค่อนข้างสูง ดังนั้นหากดินมีฟอสฟอรัสต่ำอาจทำให้การเลี้ยงขยายแหนแดงไม่ประสบผลสำเร็จ แต่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับแหนแดง

Table 9. Effect of Azolla incorporation on grain yield of RDI reic variety.

treatment	yield (kg/rai)	yield index
control	355.2	100
6 kg N/rai	361.6	106
4 crops of Azolla*	534.4	150
1 crop Azolla incorporation + 3 kg N/rai	462.4	130
600 kg/rai manure	302.4	84
surface application of rice straw 1.28 T/rai	304.0	86

*Fresh weight of 1 crop of azolla = 1 T/rai

ที่มา : คลอดเพ็ง และคณะ (2528)

Table 10. Effect of Azolla incorporation and N fertilization on some physical properties of the top soil (0-10 cm depth) after continous cultivation of three crops of rice.

treatment	Bulk density (g/cc)	saturated hydralic conductivity (cm/hr)	aggregare stability (MWD)	available soil miosture (%)
control	1.42 ^{bc}	0.51 ^{b}	30.99^{c}	9.83 ^{c}
6 kg N/rai	1.55 ^{d}	0.43 ^{c}	27.95 ^{d}	9.97 ^{bc}
4 crops of azolla incorporation	1.25 ^{a}	0.54 ^{c}	43.59 ^{a}	10.29 ^{a}
crop of azolla incorporation + 3 kg N/rai	1.41 ^{bc}	0.51 ^{b}	29.75^{cd}	9.80 ^{c}

* figures in the same column followed by the same letter were not significantly different at 0.05 % level by Duncan's new multiple range test.

ที่มา : คลอดเพ็ง และคณะ(2528)

โดยการใส่ปุ๋ยบ่อยครั้ง แม้จะทำให้แหนแดงสามารถใช้ฟอสฟอรัสได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะลดการสูญเสียจากปฏิกริยาการตรึงฟอสฟอรัสให้แก่แหนแดง แต่อาจมีปัญหาในทางปฏิบัติ การหาวิธีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้แก่แหนแดงโดยวิธีอื่นอาจช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ จากการศึกษาโดยการทดลองปลูกแหนแดงในกระถาง (วงศ์ต้นกาศ, 2528) โดยใช้สารละลายที่มีธาตุอาหารต่างๆ ครบยกเว้นไนโตรเจน และมีฟอสฟอรัสในอัตราต่างๆ ตั้งแต่ 0-160 ppm P พบว่า

1. การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสของแหนแดงแต่ละชนิดแตกต่างกัน คือ A. *pinnata* var. *imbricata*, A. *pinnata* var. *pinnata* และ a. *mexicana* ให้น้ำหนักเพิ่ม เมื่อเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ย P ถึงอัตรา 40 ppm P ส่วน A. caroliniana ให้น้ำหนักลดลงเมื่อเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมากกว่า 10 ppm และ A. microphylla ให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจนถึงอัตรา 160 ppm

2. % N และ % P ของแหนแดง เพิ่มขึ้นตามอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส จนถึงอัตรา 120 ppm P สำหรับ A.*microphylla* ยังให้ % P เพิ่มขึ้นถ้าให้ฟอสฟอรัสในอัตราสูงกว่า 120 ppm P

3. อัตราการใส่ปุ๋ย P ที่ทำให้การตรึงไนโตรเจนดีที่สุด แตกต่างกันตามชนิดแหนแดง

4. แหนแดงที่เคยได้รับฟอสฟอรัสในอัตราสูงเมื่อนำไปปลูกในน้ำยาที่มีธาตุอาหารทุกชนิดครบ ยกเว้นไนโตรเจนและฟอสฟอรัส สามารถเจริญเติบโตและให้น้ำหนักดีกว่าแหนแดงที่เคยได้รับฟอสฟอรัสในอัตราต่ำ

การทดลองดังกล่าวให้แนวทางในการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับแหนแดง คือ ในการปลูกแหนแดงในดินนาที่ขาดฟอสฟอรัสนั้น แทนที่จะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสบ่อย ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองแรงงานอาจจะปลูกแหนแดงในภาชนะหรือในพื้นที่จำกัด โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้มากกว่าอัตราที่พอเหมาะสำหรับแหนแดงแต่ละชนิดเพื่อให้แหนแดงดูดฟอสฟอรัสไปสะสมไว้ในใบ ฟอสฟอรัสที่สะสมไว้สามารถนำมาใช้ได้เมื่อฟอสฟอรัสในสภาพแวดล้อมที่แหนแดงขึ้นอยู่ไม่เพียงพอแก่ความต้องการอย่างไรก็ดีเนื่องจากการวิจัยดังกล่าวอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างจากสภาพธรรมชาติ ฉะนั้นจึงน่าจะต้องผ่านการทดสอบสมมุติฐานดังกล่าวภายใต้สภาพธรรมชาติ เพื่อให้แน่ใจว่าแนวทางดังกล่าวสามารถปฏิบัติได้จริงในสภาพไร่นา หากสามารถเลี้ยงขยายแหนแดงให้ได้น้ำหนักมากพอสำหรับการใช้ปุ๋ยพืชสดสำหรับนาข้าวได้ โดยที่วิธีการเลี้ยงขยายไม่มีความยุ่งยากและไม่ต้องไถกลบ การใช้แหนแดงเป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับการปลูกข้าวในภาคเหนือก็จะเป็นวิธีหนึ่งที่เกษตรกรจะได้รับประโยชน์จากการตรึงไนโตรเจนซึ่งนอกจากจะทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นแล้วก็อาจจะทำให้ดินมีสมบัติทางกายภาพดีขึ้นด้วย แต่นักวิชาการควรที่จะได้ตระหนักถึงปัญหาด้านผลตกค้างของสารเคมีที่ใช้ควบคุมการทำลายแหนแดงโดยแมลงไว้ด้วย เพราะเมื่อใช้ยากำจัดศัตรูพืชมากโดยเฉพาะยาที่เป็นประเภทดูดซึม โอกาสที่จะมีการสะสมของสารเคมีดังกล่าวในต้นข้าวหรือในดินตลอดจนแหล่งน้ำจะเกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงไรปัญหาดังกล่าวสมควรที่จะมีการศึกษา ด้วยเช่นกันนอกเหนือจากการพิจารณาเฉพาะแต่ประโยชน์ที่จะได้จากแหนแดงแต่เพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

วิชัยศรี,บันทึก.(2530). ความเหลื่อมล้ำของผลผลิตถั่วเหลืองในแปลงเกษตรกร และแปลงทดลอง. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ กรก 793 สาขาเกษตรศาสตร์เชิงระบบคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คลอดเพ็ง, ถนอม., ประเสริฐชัย, กิจ. และ พรมศิริ,อำพรรณ. (2526). ผลของการไถกลบแหนแดงต่อสมบัติบางประการของดิน. ว. วิทยุ. กษ. (16) 2.85-87.

วงค์ตันกาศ, นพพร.(2528). การศึกษาผลกระทบของฟอสฟอรัสต่อผลผลิต ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของแหนแดง และผลของปริมาณฟอสฟอรัสในใบแหนแดงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแหนแดงภายใต้สภาพที่ขาดฟอสฟอรัส. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 48 หน้า

ฝ่ายฝึกและนิเทศ. (2528). รายงานการศึกษาสภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตถั่วเหลืองฤดูฝนเขตเกษตรน้ำฝน จังหวัดสุโขทัย. สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่. 27 หน้า.

ฝ่ายวิจัยสินค้าเกษตรกรรมที่ 5 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. (2530). การผลิตและการตลาดถั่วเหลืองปีเพาะปลูก 2528/29. เอกสารเศรษฐกิจการเกษตรเลขที่ 37/2530. 63 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.(2528). ข้อเท็จจริงทางการเกษตรในประเทศไทย. เอกสารเศรษฐกิจการเกษตรเลขที่ 56. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 149 หน้า.

ศูนย์พัฒนาภาคเหนือ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2529). สภาวะเศรษฐกิจและแผนการลงทุนที่สำคัญของภาคเหนือ ในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 5. 73 หน้า.

Bhromsiri, A. and Shutsrirung, A. (1989). Potential of rhizobial inoculation for improvement of soybean yield under upland rainfed area of northern Thailand. Paper presented at the Internation Seminar on Yield Maximization of Feedgrains Through Soil and Fertilizer Management, May 12-16, Bangkok, Thailand.

Bhromsiri, A. and Wada, H (1983). Experiments to grasp general concepts of N-cycle : Chiang Mai paddy field. in Paddy Nitrogen Economy. Nodai Research Institute, Tokyo Univ. of Agriculture. pp. 109-120.

Bhromsiri, A. and Thompson, J.A. (1987). Soybean-rhizobium compatibility and the need to inoculate soybean in Thailand. Paper presented at the Internation Symposium on The Contribution of Biological Nitrogen Fixation to Plant Production. August 3-7, Cisarua, Indonesia.

วารสารเกษตร 6,1:63-75 (2533)

Journal of Agriculture 6,1:63-75 (1990)

การศึกษาการสมดุลย์น้ำของพืชน้ำมันในเขตภาคเหนือ
1.การสมดุลย์น้ำของทานตะวันในสภาพการชลประทาน

ถนอม คลอดเพ็ง สิทธิพร สุขเกษม และ ชัยวุฒิ นิมมลังกูล

THE STUDY ON WATER BALANCE OF OILSEED CROPS IN THE NORTHERN THAILAND
1. WATER BALANCE OF SUNFLOWER UNDER IRRIGATION CONDITION

T. Klodpeng, S. Sukkasem and C. Nimmalungkul

ABSTRACT: The study was conducted under three irrigation schedules as 7, 10 and 14 days interval at the MCC experimental plots in late December 1986. Sunflower seeds (Hysun # 33) were drilled on the two-rows seedbed with plant spacing 75 x 25 cm. At 15 DAE, side-banding of 15-15-15 fertilizer and Borax were applied with the rate of 200 and 12.5 kg ha^{-1} respectively and irrigation schedules with 50 mm of water per time were established. Soil moisture content at different depths (10 cm interval) was determined at one day before and after irrigation throughout the growing period. The PET, $\overline{ET}$, and Kc values were calculated from the agrometeorological data. Crop water reguirement was calculated from the water balance equation by mean of lysimeter which installed in the middle of each experimental plot. WUE was also calculated from the ratio of grain yield to the total water used throughout the growing period. Plant samples were weekly taken to determine the yield components and finally the grain yield.

The results shown that total water used of sunflower crop throughout the growing season was 307.3 mm. The maximum values of $\overline{ET}$, and Kc were 5.4 mm day^{-1} and 1.5, respectively. These values were found during the flowering period as same as the highest water reguirement. WUE based on grain yield was 0.8 kg m^{-3}. Average soil moisture content and the amount of soil water uptake were different among the irrigation schedules. This brought to the differences in plant growth and grain yield. The highest growth rate and grain yield were recorded from the 10 days irrigation treatment.

ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002

Department of Soil Science and Conservation, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

บทคัดย่อ: การศึกษาสมดุลย์น้ำของทานตะวันในสภาพการใช้น้ำชลประทาน ได้ทำการศึกษาที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปลายเดือนธันวาคม 2529 โดยทำการปลูกทานตะวันพันธุ์ Hysun # 33 บนร่องแบบแถวคู่ มีระยะปลูกเป็น 75 X 25 ซม. หลังงอกแล้ว 15 วัน ใส่ปุ๋ยผสมเกรด 15-15-15 และ บอแรกซ์ในอัตรา 32 และ 2 กก./ไร่ ตามลำดับ โดยวิธีโรยเป็นแถวด้านข้างของแถวปลูกแล้วพรวนดินกลบ (side-banding) ในขณะเดียวกันก็ได้ศึกษาถึงสภาพการชลประทาน โดยแบ่งการชลประทานออกเป็น 3 ระยะคือ 7,10,และ 14 วัน/ครั้ง ปริมาณน้ำที่ให้แต่ละครั้งคือ 50 มม. ในแต่ละแปลงทดลองจะติดตั้งไลซิมิเตอร์ (lysimeter) ไว้เพื่อเก็บข้อมูลการใช้น้ำ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ และทำการวัดปริมาณความชื้นในดินทุก ๆ ระยะ 10 ซม. ถึงระดับลึก 50 ซม. ทุกครั้งก่อนและหลังการชลประทาน 1 วัน พร้อมกันนี้ก็ได้สุ่มเก็บตัวอย่างพืชเพื่อศึกษาการเจริญทุก ๆ สัปดาห์ จนกระทั่งถึงช่วงเก็บเกี่ยว

ผลการศึกษาพบว่า ตลอดฤดูปลูกของทานตะวันจะมีการใช้น้ำไป 307.3 มม. และช่วงออกดอกเป็นช่วงที่มีการใช้น้ำสูงสุด เช่นเดียวกันกับค่าการคายระเหยจริงและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ ซึ่งจะมีค่าสูงสุดเป็น 5.4 มม./วัน และ 1.5 ตามละดับ ส่วนประสิทธิภาพในการใช้น้ำเมื่อเทียบกับผลผลิตเมล็ดของทานตะวัน จะมีค่าเฉลี่ยเป็น 0.8 กก./ลบ.ม. ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นในดินและปริมาณการดูดกลืนน้ำไปใช้ของทานตะวันจะแตกต่างกันออกไปตามระยะเวลาของการชลประทาน และพบว่าทานตะวันพันธุ์นี้สามารถให้ผลผลิตของเมล็ดได้ในอัตรา 472,475, และ 441 กก./ไร่ สำหรับระยะของการชลประทาน 7, 10, และ 14 วัน/ครั้ง ตามลำดับ ทั้งยังพบว่าทานตะวันจะมีอัตราการเจริญสูงสุดเมื่อมีการชลประทานทุก ๆ 10 วัน

คำนำ

เนื่องจากในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยได้มีระบบการปลูกพืชที่มีหลายพืชในช่วงปีหนึ่ง ๆ โดยมักจะใช้ข้าวเป็นพืชหลัก แล้วตามด้วยพืชอื่น ๆ เช่น ผัก ยาสูบ และถั่วต่าง ๆ เป็นต้น แต่พืชหลังข้าวเหล่านี้มักมีปัญหาทางด้านการตลาดของผลผลิตอยู่เป็นประจำ ทานตะวันนับว่าเป็นพืชหนึ่งที่น่าสนใจและมีศักยภาพสูง ในการที่จะใช้ปลูกหลังจากทำนาแล้ว นอกจากนี้ทานตะวันยังสามารถปลูกได้ทั้งในช่วงฤดูหนาวและปลายฤดูฝน การปลูกในช่วงฤดูหนาวจะเหมาะสำหรับกับพื้นที่ที่มีการชลประทาน (irrigation area) ส่วนในช่วงปลายฤดูฝนจะเหมาะสำหรับพื้นที่ดอนที่อาศัยน้ำฝน (upland rainfed area)

เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญมากปัจจัยหนึ่งของการเจริญของพืชและการจัดการปลูกพืช ดังนั้นการศึกษาในด้านการใช้น้ำและการจัดการทางด้านชลประทานจึงมีความจำเป็นเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะกับทานตะวันซึ่งเป็นพืชที่ค่อนข้างใหม่และยังปลูกกันไม่แพร่หลายมากนักในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศ และคาดหวังว่าข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ สามารถที่จะใช้เป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณาเพื่อศึกษาการปลูกและการจัดการในด้านการผลิตทานตะวันในเขตภาคเหนือตอนบนได้เป็นอย่างดี

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้ได้กระทำที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยทำการปลูกทานตะวันพันธุ์ Hysun # 33 บนร่องปลูกแบบแถวคู่ มีระยะปลูกเป็น 75 X 25 ซม. มีการใส่ปุ๋ยผสมเกรด 15-15-15 และบอแรกซ์หลังจากทานตะวันงอกแล้ว 15 วัน ในอัตรา 32 และ 2 กก./ไร่ ตามลำดับ และในเวลาเดียวกันนี้ก็ได้เริ่มระยะเวลาในการชลประทาน ซึ่งมีอยู่ 3 ระยะด้วยกันคือ มีการชลประทานทุก ๆ ระยะ 7, 10, และ 14 วัน/ครั้ง ปริมาณน้ำที่ใช้แต่ละครั้งเป็น 50 มม. โดยมีขนาดของแปลงสำหรับการชลประทานแต่ละระยะเป็น 20 X 20 ม. ที่กึ่งกลางของแปลงได้ติดตั้งไลซิมิเตอร์แบบระบายน้ำ (drainage type lysimeter) ไว้ 1 ชุด เพื่อใช้ศึกษาการใช้น้ำของทานตะวัน

การรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน (Data Base Collection)

ได้มีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ดังต่อไปนี้ คือ

1. ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มปลูกทานตะวันจนกระทั่งถึงช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต จากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร
2. ข้อมูลองค์ประกอบการสมดุลย์น้ำจากไลซิมิเตอร์
3. ทำการวัดปริมาณความชื้นในดินทุก ๆ ระยะความลึก 10 ซม.ถึงระดับ 50 ซม. ทุก ๆ ครั้งก่อนและหลังการชลประทาน 1 วัน โดยการใช้เครื่องวัดความชื้นแบบใช้นิวตรอน (neutron moisture meter)
4. ทำการเก็บตัวอย่างต้นทานตะวันเพื่อวัดความสูง (plant height) ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index, LAI) และน้ำหนักแห้ง (total dry weight) ทุก ๆ สัปดาห์เพื่อวิเคราะห์การเจริญ และผลผลิตของเมล็ดในช่วงสุดท้าย

ค่าการใช้น้ำของพืช (Crop Water Requirement)

ไลซิมิเตอร์ได้นำมาใช้เพื่อหาค่าการใช้น้ำของพืช (Sukkasem, *et al.*, 1985) และได้ทำการคำนวนจากข้อมูลที่ได้ โดยใช้สมการการสมดุลย์ของน้ำ (water balance equation; Doorenbos and Pruitt,1977) คือ

$$ET = P + I - D \pm \Delta S$$

เมื่อ ET คือ การคายระเหยน้ำ (evapotranspiration)
P คือ ปริมาณน้ำฝนที่ตก (amount of rainfall)
I คือ ปริมาณน้ำที่ให้ทดแทน (supplementary water)
D คือ ปริมาณน้ำระบายลงสู่ดินชั้นล่าง (drainage water)
ΔS คือ การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดิน (soil moisture changes)

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop Coefficient, Kc)

ได้ใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเพื่อคำนวนค่าศักยภาพการคายระเหย (potential evapotranspiration, PET) โดยการใช้สมการของเพนแมน (Penman's formular ., Penman, 1956., Frere and Popov,1979) คือ

$$PET= \frac{\Delta Rn + \gamma Ea}{\Delta + \gamma}$$

เมื่อ Rn คือ พลังงานรังสีสุทธิเฉลี่ยในรอบสัปดาห์ (weekly mean value of net radiation)

Ea คือ เทอมของแอโรไดนามิก (aerodynamic term)

Δ คือ ความชันของกราฟความดันไออิ่มตัว (slope of saturation vapour pressure curve)

γ คือ ค่าคงที่ไซโครเมตริก (psychrometric constant)

ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ก็คืออัตราส่วนระหว่าง PET กับ ET ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ และค่าประสิทธิภาพในการใช้น้ำ (water use efficiency, WUE) ก็คืออัตราส่วนระหว่างผลผลิตกับปริมาณของน้ำที่พืชใช้ไปทั้งหมด (Doorenbos and Kassem, 1979., Lomas *et al.*, 1974)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การใช้น้ำของพืช

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่สถานีของศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรในระหว่างช่วงฤดูปลูกของทานตะวัน ได้คำนวณเป็นค่าเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ส่วนองค์ประกอบของการสมดุลย์น้ำที่ได้จากการวัดและการคำนวนได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า การคายระเหยน้ำของทานตะวันในแต่ละสัปดาห์ จะผันแปรอยู่ในช่วง 11.1-37.8 มม. โดยจะมีค่าต่ำสุดในช่วงสัปดาห์แรกของการเจริญ และจะมีค่าสูงสุดอยู่ในช่วงออกดอก ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงสัปดาห์แรกนั้นทานตะวันยังมีดัชนีพื้นที่ใบต่ำมาก ส่วนในระยะออกดอกนั้นเป็นช่วงที่ทานตะวันต้องการน้ำในปริมาณสูง พร้อมทั้งมีดัชนีพื้นที่ใบสูงมาก จึงทำให้มีการสูญเสียน้ำไปโดยการคายระเหยสูงตามไปด้วย และพบว่าปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดตลอดฤดูปลูกเป็น 307.3 มม.

Table 1 Weekly means of Agrometeorological data at the MCC experimental farm during the growing season fo sunflower in 1987.

Date	Air temperature(°C)			Air humidity		Rain	E-pan	Wind	Sunshine	Solar Rad.
(DD/MM)	Max.	Min.	Mean	mbar	%	mm.	mm.	km/day	hrs.	ly/day
30-5 Jan.	30.3	14.9	21.5	18.0	66.4	18.3	4.1	67.1	9.4	427.4
6-12 Jan.	28.5	16.0	21.3	20.6	77.8	0.0	3.7	80.4	6.6	353.2
13-19 Jan.	29.9	15.6	21.7	16.5	61.4	0.0	4.0	63.0	8.4	408.9
20-26 Jan.	30.4	14.6	21.3	17.7	68.4	0.0	3.5	60.0	8.2	411.6
27-2 Feb.	29.3	14.5	20.8	16.7	68.6	0.0	3.8	65.3	7.8	411.2
3-9 Feb.	28.9	15.9	21.5	18.1	67.6	7.2	3.4	70.0	4.7	338.1
10-16 Feb.	31.9	14.0	21.7	15.0	59.9	0.0	4.6	66.2	9.1	470.0
17-23 Feb.	34.0	16.4	23.9	17.7	58.3	0.0	4.7	59.9	9.4	493.2
24-2 Mar.	33.6	15.3	23.1	16.3	56.9	0.5	5.0	74.1	8.6	482.7
3-9 Mar.	31.3	16.0	22.6	18.5	63.8	0.8	5.3	84.5	7.6	463.7
10-16 Mar.	34.9	16.4	24.3	16.4	50.6	0.0	5.9	77.6	9.0	518.0
17-23 Mar.	36.4	17.2	25.4	17.4	48.3	0.0	6.3	77.6	9.2	534.8
24-30 Mar.	36.9	18.2	26.2	17.9	49.4	0.0	6.1	81.0	8.8	529.6
31-6 Apr.	37.8	20.1	27.7	18.0	46.7	0.0	6.8	90.0	8.5	528.0
TOTAL						26.8				
MEAN	32.4	16.1	23.1	17.5	60.3		4.8	72.6	8.2	455.0

Table 2. Water balance components and crop coefficient (Kc) of sunflower for 1986-1987 growing season.

Date (DD/MM)	No.Day	Rain mm	Irri. mm	Drain. mm	$\pm S^*$ mm	ET mm	$\overline{ET}$ mm/day	PET mm/day	Kc
30-5 Jan.	7	18.3	4	0	11.1	11.2	1.6	2.7	0.6
6-12 Jan.	7	0.0	16	0	2.7	13.3	1.9	2.4	0.8
13-19 Jan.	7	0.0	16	0	2.7	13.3	1.9	2.7	0.7
20-26 Jan.	7	0.0	16	0	2.7	13.3	1.9	2.7	0.7
27-2 Feb.	7	0.0	20	0	3.2	16.8	2.4	2.7	0.9
3-9 Feb.	7	7.2	20	0	9.7	17.5	2.5	2.8	0.9
10-16 Feb.	7	0.0	24	0	-0.5	24.5	3.5	3.2	1.1
17-23 Feb.	7	0.0	30	0	-0.1	30.1	4.3	3.6	1.2
24-2 Mar.	7	0.5	30	0	-7.3	37.8	5.4	3.6	1.5
3-9 Mar.	7	0.8	30	0	-5.6	36.4	5.2	3.7	1.4
10-16 Mar.	7	0.0	24	0	-7.5	31.5	4.5	4.1	1.1
17-23 Mar.	7	0.0	20	0	-4.5	24.5	3.5	4.4	0.8
24-30 Mar.	7	0.0	16	0	-3.6	19.6	2.8	4.6	0.6
31-6 Apr.	7	0.0	10	0	-7.5	17.5	2.5	4.9	0.5
TOTAL		26.8	276	0	-4.5	307.3			
MEAN							3.1	3.4	0.9

* $\pm$ s, $\pm$ surplus - deficit

ส่วนการผันแปรของการคายระเหยและปริมาณฝนที่ตกในแต่ละสัปดาห์ตลอดฤดูปลูกได้แสดงไว้ในรูปที่ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในระยะของการเจริญช่วงแรกเป็นการเจริญทางลำต้นและใบ (vegetative stage., สัปดาห์ที่ 1-6) นั้น การคายระเหยจะค่อยเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะของการออกดอก (flowering stage) โดยมีค่าสูงสุดในช่วงสัปดาห์ที่ 9 หลังจากนั้นก็จะลดลงเมื่อเข้าสู่ช่วงสุดท้ายของการเจริญ (maturing stage) พบว่าการผันแปรของการคายระเหยนี้มีความสัมพันธ์เป็นอย่างมากกับสภาพอากาศและการเจริญของทานตะวัน กล่าวคือในช่วงแรกความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) สูง ในขณะที่อุณหภูมิของอากาศและดัชนีพื้นที่ใบของทานตะวันต่ำ จึงทำให้มีค่าการคายระเหยต่ำตามไปด้วย และมีค่าการคายระเหยสูงสุดในช่วงออกดอก ก็เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ต่ำลง ในขณะที่อุณหภูมิอากาศและดัชนีพื้นที่ใบสูงขึ้น ส่วนการลดลงของการคายระเหยในช่วงหลังก็เนื่องจากทานตะวันมีดัชนีพื้นที่ใบลดลงเพราะใบแก่ได้แห้งตายไป (Black *et al.*, 1985)

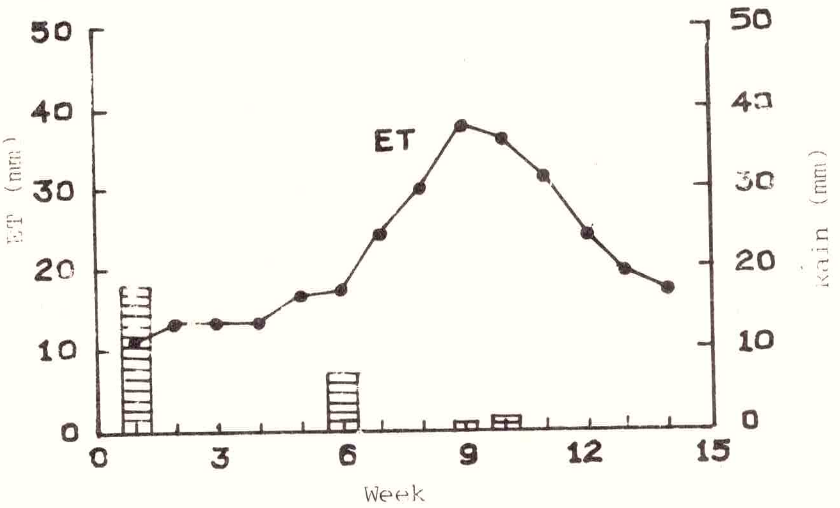


Figure 1. Variations of rainfall and evapotranspiration (ET) in sunflower with time during the experimental period.

ในรูปที่ 2 ได้แสดงถึงการผันแปรของอัตราการคายระเหย (evapotranspiration rate, $\overline{ET}$) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ของทานตะวันในแต่ละช่วงสัปดาห์ของการเจริญ ซึ่งก็พบว่าทานตะวันจะมีการผันแปรของค่าทั้งสองนี้ในลักษณะเดียวกันกับค่าการคายระเหย ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากอิทธิพลของสภาพอากาศและระยะเวลาของการเจริญของทานตะวันดังกล่าว โดยพบว่าทานตะวันจะมีค่าอัตราการคายระเหยและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำสูงสุดเป็น 5.4 และ 1.5 มม./วัน ตามลำดับ ในช่วงสัปดาห์ที่ 9 ซึ่งเป็นช่วงออกดอก ส่วนประสิทธิภาพของการใช้น้ำ (WUE) ตลอดฤดูปลูกนั้นจากการศึกษาในครั้งนี้มีประมาณ 0.8 กก./ลบ.ม. หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าทานตะวันจะใช้น้ำไป 1 ลบ.ม.ในการผลิตเมล็ดได้ 0.8 กก.

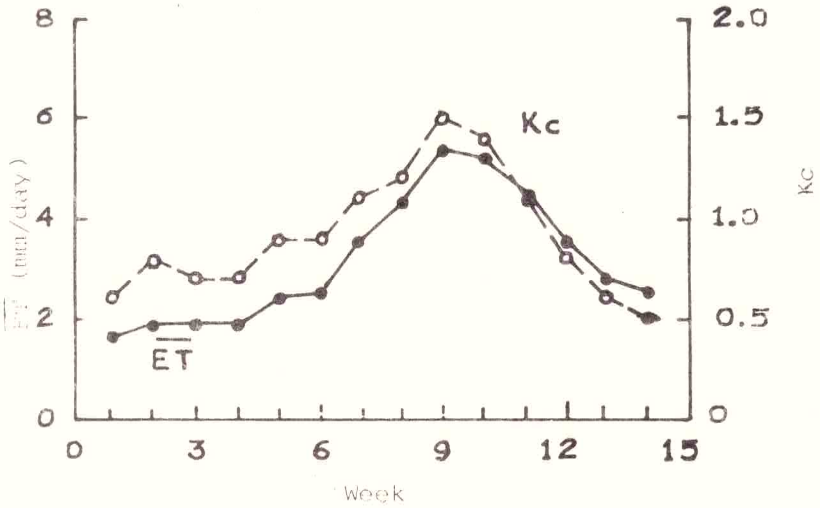


Figure 2. Variations of evapotranspiration rate ($\overline{ET}$) and crop coefficient (Kc) in sunflower during the experimental period.

การเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดิน

ปริมาณความชื้นเฉลี่ยในดินในแต่ละช่วงความลึก 10 ซม. ก่อนและหลังการชลประทาน 1 วัน ในแปลงปลูกของทานตะวันได้แสดงไว้ในรูปที่ 3 จากรูปจะเห็นได้ว่าความชื้นในดินเฉลี่ยทั้งก่อนและหลังการชลประทาน จะมีในปริมาณสูงที่ระดับดินบน ทั้งนี้ก็เนื่องจากเป็นลักษณะการกระจายของความชื้นในดินและปริมาณการดูดกลืนไปใช้ของพืช (Klodpeng and Morris,1984) ซึ่งการดูดกลืนความชื้นจากดินของทานตะวันจะสูงสุดในระดับดินชั้นบน โดยมีในปริมาณ 0.06, 0.07, และ 0.14 ลบ.ซม.น้ำ/ลบ.ซม.ดิน ของระยะการชลประทาน 7,10 และ 14 วัน/ครั้ง ตามลำดับ และปริมาณการดูดกลืนจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อความลึกเพิ่มขึ้น สาเหตุเนื่องจากปริมาณรากของทานตะวันจะมีมากในช่วงดินบน (Gregory *et al.*, 1987., Klodpeng *et al.*,1985) ส่วนปริมาณความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ในช่วงหนึ่งวันก่อนการชลประทานนั้น พบว่าที่ระยะการชลประทาน 7 วัน/ครั้ง จะมีอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างสูงในทุกช่วงของความลึก ในขณะที่ระยะของการชลประทาน 10 และ 14 วัน/ครั้ง จะเข้าใกล้ปริมาณความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (PWP) นั่นแสดงว่าความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ (soil water deficit stress) ที่รุนแรงยังไม่เกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจากการสังเกตพบว่า ทานตะวันที่มีช่วงของการชลประทานเป็น 14วัน/ครั้งจะแสดงอาการเหี่ยวในช่วงกลางวัน (temporary wilting) ในระยะ 2-3 วันก่อนการชลประทาน ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การเจริญและการให้ผลผลิตของทานตะวันที่การชลประทานระดับนี้ต่ำกว่าระดับอื่นๆ (Kramer,1969., Levitt,1980)

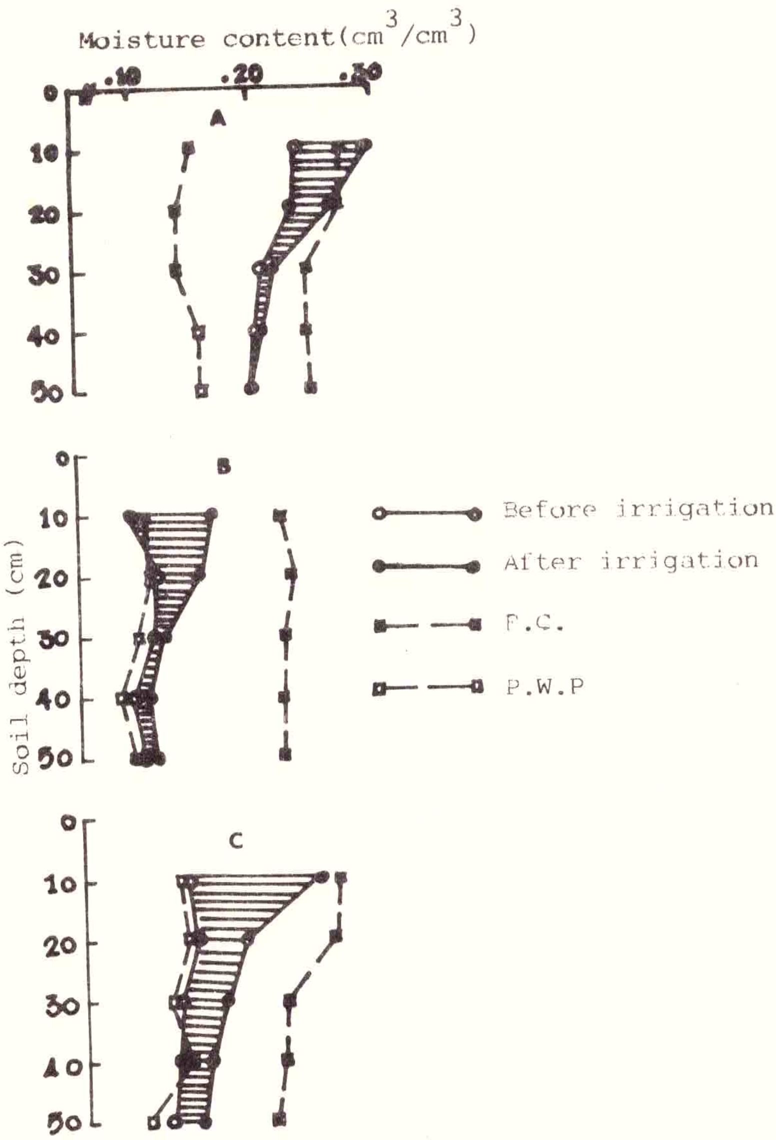


Figure 3. Average soil moisture content at one day before and after irrigation under different irrigation schedules, (A) 7 days, (B) 10 days, (C) 14 days and the label area showed the amount of soil water uptake by the sunflower crop.

การเจริญและผลผลิต

การเจริญของทานตะวันจากการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้ค่า ดัชนีพื้นที่ใบ ความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นทั้งหมด เป็นปัจจัยกำหนด โดยได้แสดงไว้ในรูปที่ 4, 5, และ 6 ตามลำดับ

จากรูปที่ 4 พบว่าดัชนีพื้นที่ใบจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการเจริญ จนกระทั่งมีค่าสูงสุดในช่วงของการออกดอก (สัปดาห์ที่ 7-9 หลังงอก) และจะพบในลักษณะเดียวกันสำหรับความสูงของลำต้น (รูปที่ 5) และน้ำหนักแห้งของต้น(รูปที่ 6) แต่อย่างไรก็ตามสำหรับน้ำหนักแห้งของต้นทานตะวันจะยังคงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หลังจากช่วงของการออกดอก แต่จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ช้าลง การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งในช่วงหลังนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดเท่านั้น ส่วนผลผลิตของเมล็ดนั้น จะมีค่าเฉลี่ยจากการสุ่มตัวอย่างเป็น 472, 475, และ 441 กก./ไร่ สำหรับระยะของการชลประทาน 7, 10, และ 14 วัน/ครั้ง ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่าช่วงของการชลประทาน 10 วัน/ครั้งนั้น จะทำให้ทานตะวันเจริญและให้ผลผลิตได้สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ 7 และ 14 วัน/ครั้ง ตามลำดับ ซึ่งที่เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นไปได้ว่า ในช่วงของการชลประทาน 7 วัน/ครั้งนั้น ปริมาณความชื้นในดินจะสูงมากหลังจากการชลประทาน โดยเฉพาะในดินชั้นบนมีสูงกว่าระดับความจุความชื้นในสนาม (FC) ของดินเล็กน้อย (รูปที่ 3) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ในดินมีอากาศต่ำในช่วงนี้ ซึ่งจะไปมีผลกระทบต่อการดำเนินกิจกรรมของรากทานตะวันได้ (Levitt,1980) ส่วนที่ระยะของการชลประทาน 14 วัน/ครั้งนั้น อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากความเครียดของการขาดน้ำ (ซึ่งไม่รุนแรงมากนัก) โดยสามารถสังเกตเห็นอาการเหี่ยวที่เกิดขึ้นในช่วง 2-3 วันก่อนการชลประทาน ซึ่งความเครียดที่เกิดขึ้นนี้แน่นอนย่อมส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาต่าง ๆ ของทานตะวัน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้การเจริญและการให้ผลผลิตลดลงได้ (Kramer, 1969., Levitt, 1980)

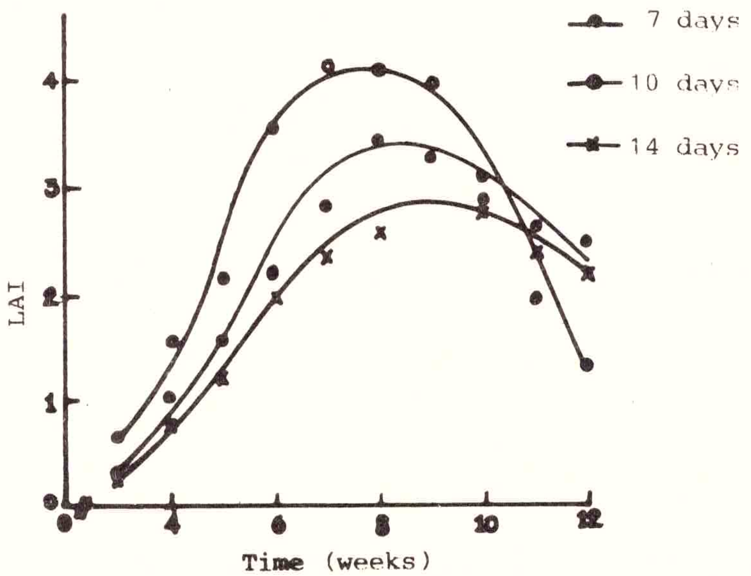


Figure 4. Variations of LAI of sunflower at different time and irrigation schedules.

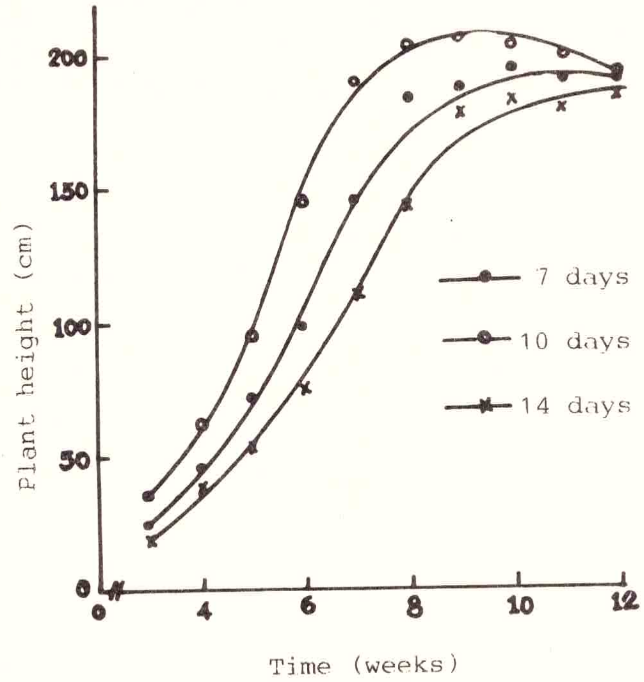


Figure 5. Variations of sunflower height at different time and irrigation schedules.

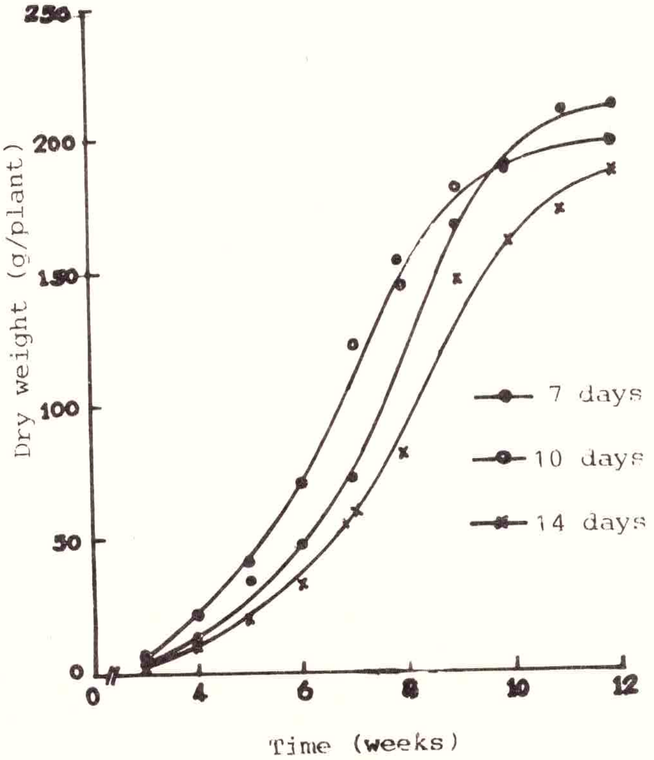


Figure 6. Variations of total dry weight of sunflower at different time and irrigation schedules.

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าการใช้น้ำของทานตะวันในแต่ละช่วงสัปดาห์จะผันแปรอยู่ในช่วง 11.1-37.8 มม. ขึ้นอยู่กับระยะของการเจริญ โดยจะมีปริมาณการใช้น้ำสูงสุดในช่วงของการออกดอก และมีปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดตลอดฤดูปลูกเป็น 307.3 มม. อัตราการคายระเหยและสัมประสิทธิ์การใช้น้ำสูงสุดเป็น 5.4 มม./วัน และ 1.5 ตามลำดับ โดยจะพบในช่วงของการออกดอกเช่นเดียวกัน ส่วนประสิทธิภาพการใช้น้ำของทานตะวันจากการศึกษาครั้งนี้เป็น 0.8 กก./ลบ.ม. ปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยในช่วงก่อนและหลังการชลประทาน 1 วัน และปริมาณการดูดกลืนน้ำไปใช้ของทานตะวันจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับความลึกของดินและระยะเวลาของการชลประทาน ซึ่งก็จะส่งผลไปทำให้การเจริญและให้ผลผลิตของทานตะวันแตกต่างกันออกไปด้วย โดยพบว่าการชลประทานครั้งละ 50 มม. ในช่วงระยะเวลา 10 วัน/ครั้ง ทำให้ทานตะวันเจริญและให้ผลผลิตได้สูงที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสมาคมเศรษฐกิจประชาชาติยุโรป (EEC) ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย โดยผ่านทางสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย พร้อมกันนี้คณะผู้วิจัยก็ขอขอบคุณ อาจารย์ พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ ซึ่งเป็นผู้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านการจัดการเกี่ยวกับทุนสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Black, C.R.,Tang, D.Y., Ong, C.K. Solon, A., and Simmonds, L.P.(1985). Effects of soil moisture stress on the water relations and water use of groundnut stands. New Phytol. 100:313-328.

Doorenbos, J. and Kassem, A.H.(1979). Yield response to water. FAO Irri. Drain. Paper # 33. FAO,Rome. Italy.

Doorenbos, J.and Pruitt, W.O.(1977). Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irri. Drain. Paper # 24. FAO, Rome Italy.

Frere, M. and Popov, G.F.(1979). Agrometeorological crop monitoring and forcasting. FAO, Rome, Italy.

Gregory, P.J.,Lake, J.V. and Rose,D.A.(Eds). (1987). Root development and function. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Klodpeng, T., Sukasame, C. and Nimmalungkul, C. (1985). Rooting depth and rooting density of some upland crops under rainfed condition. Final Report Submitted to the ACNARP-THAILAND Project.

Klodpeng, T. and Morris, R.A. (1984). Drainage of a Tropaqalf before and after water extraction by a crop. Soil Sci. Soc. Am. J. 48:632-635.

Kramer, P.J.(1969).Plant and soil water relationships: A modern synthesis. McGraw-Hill Inc., New York, U.S.A.

Levitt, J. (1980). Responese of plants to environmental stresses, Vol. II. Academic Press,New York, U.S.A.

Lomas, J., Schlesinger, E.and Lewis, J. (1974). Effect of environmental and crop factors on the evapotranspiration rate and water use efficiency of maize. Agric. Met. 13:239-251.

Penman, H.L. (1956). Evaporation-An introductory survey. Neth J. Agric. Sci. 4:9-29.

Sukkasem, S., Manajuti, D. and Sukasame, C. (1985). The use of agrometeorological data for estimating water requirements of upland rainfed crops in the upper northern Thailand. Final Report Submitted to the ACNARP-THAILAND Project.

วารสารเกษตร 6,1:76-80 (2533)

Journal of Agriculture 6,1:76-80 (1990)

การผลิตเต้าเจียวญี่ปุ่น (MISO) จากวัตถุดิบในท้องถิ่น

เรณู ปิ่นทอง, จันทร์หอม สมสงวน และรัตนา อัตตปัญโญ

PRODUCTION OF MISO FROM LOCAL RAW MATERIALS

Renu Pinthong , Chanhom Somsanguan and Ratana Attabhanyo

ABSTRACT : Miso of fermented soybean paste could be produced acceptably by using local soy - bean and sticky fice. Best formula consisted of 3 kg soybean, 3 kg sticky rice and 1.5 kg salt (NaC1). Cooked and ground soybean, sticky rice Koji of *Aspergillus oryzae* and salt were mixed throughly according to the above formula. The mix was pressed with 5 kg brine in a plastic bag and fermented in earthen jar at room temperature for 6 months or under sunshine for 2 months. Currently Miso produced by Royal Project followed this method. The attempt to replace sticky rice with non-sticky rice was unsuccessful.

บทคัดย่อ : สามารถผลิตมิโซหรือเต้าเจียวญี่ปุ่นให้มีรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคจากถั่วเหลืองและข้าวเหนียวซึ่งปลูกในท้องถิ่น สูตรที่ดีที่สุดคือใช้ ถั่วเหลือง 3 กิโลกรัม ข้าวเหนียว 3 กิโลกรัม เกลือ 1.5 กิโลกรัม และเชื้อรา *Aspergillus oryzae* ให้ผสมถั่วเหลืองซึ่งต้มจนนิ่มและบดเกือบละเอียดแล้วผสมกับข้าวเหนียวซึ่งนึ่งจนนิ่มและมีเชื้อ *Aspergillus oryzae* เจริญอยู่ (โกจิ) และเกลือตามสูตรดังกล่าว คลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากันดี หมักไว้ในไหดิน ปิดผิวหน้าของถั่วเหลืองหมักด้วยถุงน้ำเกลือจำนวน 5 ลิตร เพื่อป้องกันไม่ให้มีเชื้อราชนิดอื่นปะปนและป้องกันการระเหยของน้ำ ซึ่งจะทำให้เสียเกิดการเน่าเสียได้ บ่มไว้ในที่ร่ม 6 เดือน แต่ถ้าบ่มไว้ในที่มีแสงแดดก็ใช้เวลาเพียง 2 เดือน แต่ไม่สามารถใช้ข้าวเจ้าในการผลิตมิโซหรือเต้าเจียวญี่ปุ่นแทนข้าวเหนียวได้ เพราะได้รสชาติไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ปัจจุบันโครงการหลวงได้ใช้วิธีการนี้ผลิตเต้าเจียวญี่ปุ่น

คำนำ

มิโซ (Miso) หรือเต้าเจียวญี่ปุ่น เป็นอาหารถั่วเหลืองหมักที่นิยมบริโภคกันมากในประเทศญี่ปุ่น (Yoshii, 1987) เทียบได้กับการนิยมรับประทานกะปิของคนไทย ซึ่งใช้ปรุงแต่งรสของอาหารหลัก นอกจากจะเป็นอาหารประเภทถนอมไว้ได้นานแล้ว ยังเป็นอาหารที่มีคุณค่า

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002

Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University Chiang Mai 50002.

ทางอาหารสูง เนื่องจากภาคเหนือเป็นท้องถิ่นที่ปลูกถั่วเหลืองได้เป็นจำนวนมาก จึงควรหาวิธีแปรรูปอาหารถั่วเหลืองเพิ่มเติมจากที่เคยมีอยู่เดิม เพื่อให้สามารถบริโภคถั่วเหลืองได้มากขึ้น เกษตรกรผู้ปลูกก็จะจำหน่ายถั่วเหลืองได้มากขึ้นและราคาดี ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้งานส่งเสริมการปลูกถั่วเหลืองครบวงจรและประสพความสำเร็จในความพยายามที่จะลดการนำเข้าถั่วเหลืองจากต่างประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ได้ทดลองผลิตเต้าเจียวญี่ปุ่นหรือมิโซขึ้น 6 สูตร ดังต่อไปนี้ คือ

1. ข้าวเหนียว 3 กก. ถั่วเหลือง 3 กก. เกลือ 1.5 กก. โกจิ *Aspergillus oryzae* 600 กรัม
2. ข้าวเจ้า 3 กก. ถั่วเหลือง 3 กก. เกลือ 1.5 กก. โกจิ *Aspergillus oryzae* 600 กรัม
3. ข้าวเหนียว 1.5 กก. ข้าวเจ้า 1.5 กก. ถั่วเหลือง 3 กก. เกลือ 1.5 กก. โกจิ *Aspergillus oryzae* 600 กรัม
4. ข้าวเหนียว 3 กก. ถั่วเหลือง 3 กก. เกลือ 1 กก. โกจิ *Aspergillus oryzae* 600 กรัม
5. ข้าวเจ้า 3 กก. ถั่วเหลือง 3 กก. เกลือ 1 กก. โกจิ *Aspergillus oryzae* 600 กรัม
6. ข้าวเหนียว 1.5 กก. ข้าวเจ้า 1.5 กก. ถั่วเหลือง 3 กก. เกลือ 1 กก. โกจิ *Aspergillus oryzae* 600 กรัม

วิธีทำ

1. ให้เพาะเชื้อรา *Aspergillus oryzae* ลงในข้าวเจ้าที่ฆ่าเชื้อแล้วจำนวน 600 กรัม ที่ 30° ซ. เป็นเวลา 3-5 วัน จนเกิดสปอร์สีเขียวจึงนำไปใช้

2. ให้แช่ข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้าทั้ง 3 กก. หรือ 1.5 กก. ในน้ำ 2 ชั่วโมง แล้วนึ่งเป็นเวลา 45 และ 30 นาที ตามลำดับ ปล่อยให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องหรือจนถึง 30° ซ.ให้คลุกเชื้อโกจิ *Aspergillus oryzae* ซึ่งเจริญอยู่ในข้าวเจ้า จำนวน 600 กรัม กับข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้าที่นึ่งแล้วทั้งหมดของแต่ละสูตร แล้วบรรจุลงในถุงผ้าขาวบางที่ฆ่าเชื้อแล้ว บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องหรือที่ 27° ซ. ให้กลับถุงทุกวัน เช่นกลับด้านบนลงล่าง ด้านล่างขึ้นเป็นด้านบน ทำเช่นนี้จนครบ 3-5 วัน จนเกิดสปอร์สีเขียวทั่วข้าว

3. แช่ถั่วเหลืองในน้ำ 1 คืน ต้มถั่วเหลืองประมาณ 2 ชม. จนนิ่ม บดให้ละเอียด ให้เติมน้ำลงไป 2 ลิตรในขณะบด

4. ผสมถั่วเหลืองบดกับข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้าที่มีเชื้อเจริญ (จากข้อ 2) ให้เข้ากัน

ดีรวมกับเกลือของแต่ละสูตรให้เหลือเกลือไว้เล็กน้อยสำหรับโรยปิดผิวหน้า หลังจากอัดลงในอ่างดินขนาด 10 ลิตร ปิดผิวหน้าด้วยแผ่นพลาสติกโพลีเอทีลีนอีกครั้งหนึ่ง แล้วทับผิวหน้าด้วยวัตถุหนักหรือถุงพลาสติกบรรจุน้ำเกลือหนัก 5 กก. บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 27-30 ซ. เป็นเวลา 6 เดือน หรือจะนำไปบ่มกลางแดด ประมาณ 2 เดือนให้ปิดคลุมโอ่งหมักให้มิดชิด ป้องกันแมลงรบกวนในขณะบ่ม

นำผลผลิตที่ได้ไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีได้แก่ ความชื้น Crude protein ตามวิธี Semi-micro Kjeldahl ไขมันโดยสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์โซเดียม คลอไรด์หรือเกลือแกงโดยวิธีไตเตรชั่น (A.O.A.C., 1984 และ Pearson, 1976) วิเคราะห์ Reducing suger (Miller, 1956) Total carbohydrate (Dubios *et al.*,1956) และProtein (Lowry *et al.*, 1951)

ทดลองคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale ให้ลงคะแนน 1-5 ดังนี้ คือ 5 - ชอบมาก, 4 - ชอบ, 3 - ไม่รู้สึกชอบหรือไม่ชอบ, 2 - ไม่ชอบ, 1- ไม่ชอบมาก ผู้ทดสอบเป็นผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เป็นชาวญี่ปุ่น 1 คน และคนไทย 2 คน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ทางเคมี ของมิโซทั้ง 6 สูตรแสดงไว้ในตารางที่ 1

Table 1. Chemical Compositions of 6 Miso recipes .

recipe	moisture %	crude[1] protein %	fat %	protein[2] %	total carbohy-drate %	reducing sugar %	salt %
1	48.2	16.81	5.89	9.97	22.5	13.00	21.1
2	59.8	23.49	4.22	9.0	11.75	6.50	19.5
3	53	21.38	4.49	10.1	11.75	4.00	22.0
4	49.4	15.85	2.06	8.90	21.5	16.50	16.27
5	51	20.89	4.49	8.16	19.75	15.00	14.55
6	56.4	16.92	3.12	9.0	22.5	13.50	12.05

1 crude protein according to Pearson (1976).

2 protein according to Lowry *et al.* (1951)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมิโซทั้ง 6 สูตรแสดงไว้ในตารางที่ 2

Table 2. Sensory evaluation of 6 Miso recipes by 3 experts.

recipe	like very much 5	like 4	indif- ference 3	dislike 2	dislike very much 1	total scores	average scores
1		///				12	4
2					/ / /	3	1
3				/	/ /	4	1.33
4		/	/	/		9	3
5					/ / /	3	1
6			/	/	/	6	2

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมี(ตารางที่ 1)และประสาทสัมผัส(ตารางที่ 2) ปรากฏว่ามิโซที่มีความชื้นประมาณ 50% มีลักษณะปรากฏและลักษณะเนื้อดีกว่าตัวอย่างที่มีความชื้นสูงกว่า เพราะพวกที่มีความชื้นสูงกว่ามีลักษณะชื้น มิโซสูตรที่ 1 และ 4 มีถั่วเหลืองและข้าวเหนียวเป็นองค์ประกอบอย่างละ 3 กิโลกรัม แต่สูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 มีเกลือ 1.5 และ 1 กิโลกรัมตามลำดับ และมีความชื้น 48.2% และ 49.4% ตามลำดับ ทำให้สูตรทั้งสองมีลักษณะปรากฏและลักษณะเนื้อที่เหมาะสม จากตารางที่ 1 แสดงว่ามิโซเป็นอาหารที่มีคุณค่าสูงประกอบด้วยโปรตีนหยาบ , ไขมัน, โปรตีน,คาร์โบไฮเดรททั้งหมด, และน้ำตาลริดิวซ์ อยู่ในช่วง 15.85-23.49% , 2.06-5.89% , 8.16-10.1% , 11.75-22.5% และ 4.00-13.50% ตามลำดับ ปริมาณเกลือในสูตรที่ 1,2 และ 3 สูงกว่าในสูตรที่ 4,5 และ 6 เพราะเติมเกลือใน 3 สูตรแรกมากกว่าสูตรหลัง 3 สูตร วัดปริมาณเกลือในสูตร 1,2 และ 3 อยู่ในช่วง 19.5-22.0% และปริมาณเกลือในสูตร 4, 5 และ 6 อยู่ในช่วง 12.05-16.27% ปริมาณเกลือใน 3 สูตรแรกจะช่วยรักษามิโซให้เก็บไว้ได้นานกว่าใน 3 สูตรหลัง

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 2) สูตร 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ได้รับคะแนนรวมเฉลี่ยตามลำดับดังนี้คือ 4, 1, 1.33, 3, 1 และ 2 เพียงสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 4 เท่านั้นที่ได้รับการยอมรับเพราะได้คะแนนรวมอยู่ในระดับ 4 และ 3 ซึ่งหมายความว่าอยู่ในช่วงที่ผู้ชำนาญในการชิม ชอบ (like) และไม่รู้สึกแตกต่างว่าชอบหรือไม่ชอบ (indifferent) นอกนั้นสูตร 2, 3, 5, และ 6 ซึ่งได้รับคะแนนรวมเฉลี่ยต่ำกว่า 3 เป็นสูตรที่ไม่เป็นที่ยอมรับจากผู้ชิม ผลการทดลองนี้แสดงว่ามิโซที่ทำจากข้าวเหนียวเท่านั้นที่ให้รสชาติเป็นที่ยอมรับได้ ส่วนที่ทำจากข้าวเจ้าและส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวและข้าวเจ้านั้น ไม่ให้รสชาติเป็นที่ยอมรับ

ดังนั้นในการผลิตเต้าเจียวญี่ปุ่นหรือมิโซ จึงควรใช้สูตรที่ 1 หรือ 4

เอกสารอ้างอิง

Association of Official Analytical Chemists. (1984). Official methods of analysis of the Association of official Analytical Chemist. edited by Sidney, Williams. 14th ed. Arlington, Virginia.p.420.

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F.(1956). Colorimetric method for determination of sugur and related substances. Anal. Chem. 28: 350-356.

Miller, G.L. (1956). Use of dinitrosalicylic acid reagent for the determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31:426-428.

Lowry, O.H., Rosenbrough, J.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. (1951).Protein measurement with the Folin-phenol reagent. J. Biol. Chem. 193:256-275.

Pearson, D. (1976). The Chemical Analysis of Foods. 7th ed. Churchill Livingstone. London. P. 30-31 , 34, 53-59

Yoshii, H., (1987). Miso: Bean Paste. In "Traditional Foods and Their Processing in Asia". ed. by F. Yanagida, Y. Takai, S.Homma, S. Kato and Y. Ando. Nodai Research Institute, Tokyo University of Agriculture. Tokyo. p. 74-81.

“ การใช้วัสดุในท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์ ”

โครงการอาหารสัตว์ไทย-เยอรมัน โดยภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ดำเนินการจัดพิมพ์รวบรวมเอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการ เรื่อง "การใช้วัสดุในท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์" ที่ได้จัดประชุมสัมมนาฯ เมื่อวันที่ 25-27 พฤษภาคม 2531 ณ จังหวัดเชียงราย

เนื้อหาสาระของเอกสารการประชุมสัมมนาฯ ในครั้งนี้เกี่ยวข้องกับการใช้วัสดุต่างๆ ในท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นผลงานวิจัยของโครงการอาหารสัตว์ไทย-เยอรมัน ตั้งแต่ปี 2524 จนถึงปัจจุบัน โดยได้เรียบเรียงและสรุปผลงานที่ได้ทำมาโดยต่อเนื่อง ให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยผลงานวิจัยในแนวทางเดียวกันนี้ที่ทำการวิจัย โดยนักวิชาการจากสถาบันอื่นๆ เช่น มหาวิทยาลัย และสถาบันวิจัยต่างๆ ทั่วประเทศ รวบรวมไว้เข้าด้วยกัน

หนังสือเล่มนี้ โครงการอาหารสัตว์ไทย-เยอรมัน ได้จัดพิมพ์ขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะเป็นแหล่งข้อมูลความรู้ และเป็นการเผยแพร่ผลงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางวิจัยต่อไป หรือสามารถนำไปปรับใช้ในการให้อาหารสัตว์ปัจจุบัน ให้มีการเลือกในการเลือกใช้วัสดุต่างๆ ในท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์ให้มากขึ้น โดยไม่ทำให้ภาระด้านต้นทุนค่าอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น

ผู้ที่สนใจในหนังสือเล่มนี้ สามารถสั่งจองได้ที่
โครงการอาหารสัตว์ไทย-เยอรมัน
ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002
ราคาเล่มละ 200 บาท รวมค่าส่ง

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารเกษตร เป็นวารสารราย 4 เดือน ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการเกษตร และชีววิทยา ทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

1. เรื่องที่รับตีพิมพ์

1.1 ผลงานวิจัย

1.2 บทความรีวิวปริทัศน์

2. การเตรียมต้นฉบับ

2.1 ต้นฉบับ : พิมพ์ดีดเว้นบรรทัดห่างและพิมพ์หน้าเดียว หากเตรียมต้นฉบับด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ บรรทัดหนึ่งกำหนดให้มี 65 ตัวอักษร และหน้าละ 23 บรรทัด

2.2 ตาราง : เสนอเป็นภาษาอังกฤษล้วน พิมพ์แยกไว้ต่างหากจากเนื้อเรื่อง แต่ระบุให้เห็นตำแหน่งที่ควรปรากฏในเนื้อเรื่องอย่างชัดเจน

2.3 ภาพประกอบ : เสนอเป็นภาษาอังกฤษทั้งในภาพและคำอธิบายภาพ ระบุให้เห็นตำแหน่งที่ควรปรากฏในเนื้อเรื่อง อย่างชัดเจน ภาพถ่าย (ขาวดำ) มีขนาด 9.00 × 13.5 ซม. ภาพเขียนและกราฟ ใช้หมึกสีดำเขียนบนกระดาษอาร์ตหนา หรือกระดาษเขียนแบบ

2.4 เอกสารอ้างอิง : นำด้วยเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษ

2.4.1 ในเนื้อเรื่อง : การอ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องใช้ระบบนามสกุล และปี (พ.ศ.) เช่น สิทธิพรชัย (2526) รายงานว่า..... หรือ ....(สิทธิพรชัย,2526) ในกรณีที่เป็นภาษาอังกฤษก็เช่นเดียวกัน ใช้นามสกุลและปี (ค.ศ.) เช่น Jone and Smith (1980) ในกรณีที่มีผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ใช้และคณะ หรือ et al. ต่อท้ายผู้แต่งคนแรก แต่ในบัญชีเอกสารอ้างอิงใส่ชื่อหมดทุกคน

2.4.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง : **ให้เรียงอักษรตามชื่อสกุลของผู้แต่งคนแรก** ไม่ต้องใส่เลขที่

1) สำหรับวารสารควรเรียงลำดับดังนี้ :–

ผู้แต่ง (ชื่อสกุล, ชื่อต้น) ปี (พ.ศ. แต่ถ้าเป็นภาษาอังกฤษใช้ ค.ศ.) ชื่อเรื่อง (ตามที่ปรากฏในวารสาร) ชื่อวารสาร (ย่อถ้ามี) ปีที่ : หน้า

ตัวอย่าง : เฮงสวัสดิ์, วิเชียร (2524). การบริหารศัตรูพืชกับระบบการปลูกพืชหลายชนิด ว. วิทย. กษ. (14) 4 : 193–196

2) สำหรับตำราควรเรียงลำดับดังนี้ :–

ชื่อผู้แต่ง (ชื่อสกุล, ชื่อต้น) ปี (พ.ศ. หรือ ค.ศ. สำหรับวารสารภาษาอังกฤษ) ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์

ตัวอย่าง : แซมเพชร, เฉลิมพล (2527) หลักการเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์ทางวิทยาศาสตร์. ท่าแพการพิมพ์, เชียงใหม่

3. การเสนอเรื่อง

เรื่องลงพิมพ์ส่งได้ตลอดเวลา ถึง

บรรณาธิการ วารสารเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เชียงใหม่ 50002

JOURNAL OF AGRICULTURE

VOLUME 6 NO.1 JANUARY-APRIL 1990

ISSN 0857 - 0841