วารสารเกษตร

ปีที่ 5 เล่มที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2532

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 และ กันยายน ปีละ 3 เล่ม

แจ้งรับวารสาร ถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร หรือ
คุณจินดา จันทร์เจนจบ
สำนักงานเลขานุการ
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002

พิมพ์ที่ โรงพิมพ์ดาว คอมพิวกราฟิค 34 ซอยโปลี โชตนา เชียงใหม่ โทร. 217-434

บทบรรณาธิการ

ในยุคสมัยปัจจุบันที่เทคโนโลยีด้านการสื่อสารมีการพัฒนาก้าวหน้าขึ้นเป็นอย่างมากนั้น การแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างประชากรและองค์กรต่าง ๆ ในสังคมก็มีความสะดวกคล่องตัวมากยิ่งขึ้นกว่าที่ผ่านมาในอดีต บุคคลหรือองค์กรใดที่มีศักยภาพที่จำกัดในด้านนี้ก็ย่อมที่จะมีความจำกัดหรือล้าหลังในการแลกเปลี่ยนข่าวสารตามไปด้วย

สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะช่วยให้การแลกเปลี่ยนข่าวสารได้ใจความชัดเจนถูกต้องตามเจตนารมณ์ ก็คือ ภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมายในกรณีนี้ ได้เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าภาษาอังกฤษนั้นเป็นภาษาสากลภาษาหนึ่งที่นิยมใช้เป็นสื่อกลางในการติดต่อ โดยบุคคลเป็นจำนวนมากและเป็นเวลานาน

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นองค์กรหนึ่งที่มีการใช้บริการต่าง ๆ ที่เกิดจากเทคโนโลยีด้านการสื่อสารที่ก้าวหน้านี้ตลอดมา ถึงแม้ว่าจะมีความจำกัดอยู่บ้างก็ตาม และบุคคลากรภายในคณะเกษตรศาสตร์ก็มีการทำงานวิจัยร่วมกับนักวิจัยจากต่าง-ประเทศ หรือให้การศึกษากับบุคคลต่างชาติมาโดยตลอด ผลงานวิจัยที่เกิดขึ้นนั้นมิได้เป็นประโยชน์เฉพาะภายในประเทศเท่านั้น แต่จะเป็นประโยชน์สำหรับนักวิจัยในภูมิภาคอื่นของโลกอีกด้วย

ดังนั้น เพื่อให้การสื่อสารข้อมูลผลงานวิจัยเป็นที่เปิดเผย และสื่อความหมายได้สมบูรณ์กว้างขวาง และเป็นสากลยิ่งขึ้น วารสารเกษตรจึงได้มีการตีพิมพ์ผลงานวิจัยดังกล่าวบางเรื่องเป็นภาษาอังกฤษ นอกเหนือไปจากตีพิมพ์บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ที่ได้กระทำอยู่แล้ว ทั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลดังกล่าวแพร่หลาย สามารถใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในทางสากลเพิ่มขึ้นเพื่อเกียรติคุณของนักวิจัยสืบต่อไป

บรรณาธิการ

วารสารเกษตร 5, 2: 71 - 90 (2532)

Journal of Agriculture 5, 2: 71 - 90 (1989)

AGRICULTURAL SUSTAINABILITY:

Towards the Operational Definitions?

Kanok Rerkasem

ABSTRACT: This paper reveals the existing definitions and the extension of the concepts of sustainability. Despite the ambiguities of the term, the concepts of sustainability will remain useful for agricultural research and development. In practical terms, the longterm properties of agroecosystems; the internal sustainability and resilience, should be treated separately.Combining these two properties may lead to several difficulties in assessing agroecosystem performance. Various measurements may be easily found in the ecological studies but little attempts have been made in agroecosystem studies. The extension of sustainability concepts to social context of agroecosystems is found to be severely limited in the literature. Their contributions will be crucial for the future concerns of agricultural sustainability.

INTRODUCTION

It is generally accepted among the members of the Southeast Asian Universities Agroecosystem Network (SUAN) that sustainabiltiy is one of the distinct ecosystems properties and frequently relates to other properties such as productivity, stability and equitability (MCP,1980., KKU,1982., Sajise,1985., Conway,1985., Conway,1988 and Rerkasem and Rambo, 1988). Recently, additional properties; i.e., autonomy and solidarity, have been suggested and these properties have been introduced to the previous case studies workshop which was jointly organised by the Southeast AsianUniversities Agroecosystem Network and the Environment and Policy Institute of the East/West Center (Rambo and Marten,1986).

The idea of sustainability in agriculture is not new. For example the concept of sustained-yield which has been used since 18^{th} century in forestry and later in fishery was extended to tropical agricultural systems (Janzen,1970.,Janzen,1972.,Janzen,1973., Wiebecke and Peter,1984). "Nachhaltigkeit" litterally refered as endurance, was fashionable in 1795 in Germany and originated from the concepts of "sustained" yields in forestry developed by von Carlowitz in 1713. However, the use of sustained-yield seems to be limited and probably remeins as theoretical basis for renewable resource management strategies. The term "sustainability" recently comes up on the scene and it is increasingly gaining popularity (Lowrance *et al.*, 1987).

Multiple Cropping Centre (MCC) and Chiang Mai University Institute for Northern Community Service (UNISERV), Chiang Mai 50002, THAILAND

This paper attempts to review some of the concepts and definitions of sustainability as currently being applied to agriculture. It is hoped to encourage the discussions on the operational utility of the concept. No attempt will be made to identify a single definition for the future SUAN collaborative activities. It is still doubtful whether any single definition of sustainability can be agreed upon the individuals who are using the term.

DEFINITIONS, CONCEPTS AND AMBIGUITY

Various definitions of sustainability which currently appear in the literatures are compiled in Table 1. They may be of various meanings, i.e. ecological, agricultural, social, economic and institutional, and these create some confusions of the term.

Some thoughts have been given to the concepts of sustained-yield in relation to resource. In ecological term, maximum sustainable yield (MSY) of a natural resource is used to imply that a renewable resource such as fishery, forest, or field crops may be safely harvested up to a certain level (Clark and Munn, 1986., Munn,1988). As long as MSY is not exceeded, the resource is sustainable. It must be, however, emphasised that the yield of a renewable resource steadily increases up to the MSY (Figure 1), then suddenly drops sharply as the harvesting rate is above MSY (Walters, 1986). The concepts of sustainable yield has been successfully applied not only to biological resources such as harvesting rate in fisheries or extraction rate of timber in forestry, but also for stock of physical resources, such as underground water. Depletion of stock appears to be straight forwards, but extending the concept beyond biological or physical to include social parameters and using such terms as "sustainable development", have led to the ambiguity of the term (Dixon and Fallon,1988).

The term "sustainability" also remains ambiguous even in ecological literature. To begin with, the term sustainable is being used to mean "enduring" (i.e., lasting), "permanent", "durable" (i.e., ability to withstand, or bear up against), and "supportable" (i.e., able to be kept from falling) and many of these meanings have also been used interchangeably with the term "stability" (Marten,1986).

Another source of ambiguity is when ecosystem properties; i.e., stabitity and sustainability, are used to assess ecosystem performance; i.e. the interrelationships between the two properties. One ecosystem may be more stable or sustainable than another in some respects but less so in other respects (Figure 2). Recognising this ambiguity, Conway (1982), Conway (1984), Conway (1985), Conway (1986) and Conway (1987) suggested the assessment to be based on disturbances (Figure 3), where the lack of sustainability is due to the responses to disturbance; normally refers to stress or perturbation. We shall, however, see later that stress and perturbation may take enomous forms.

FIGURE 1 Schematic representation of the relation between rate of harvesting of a renewable resource and yield. (Munn 1988)

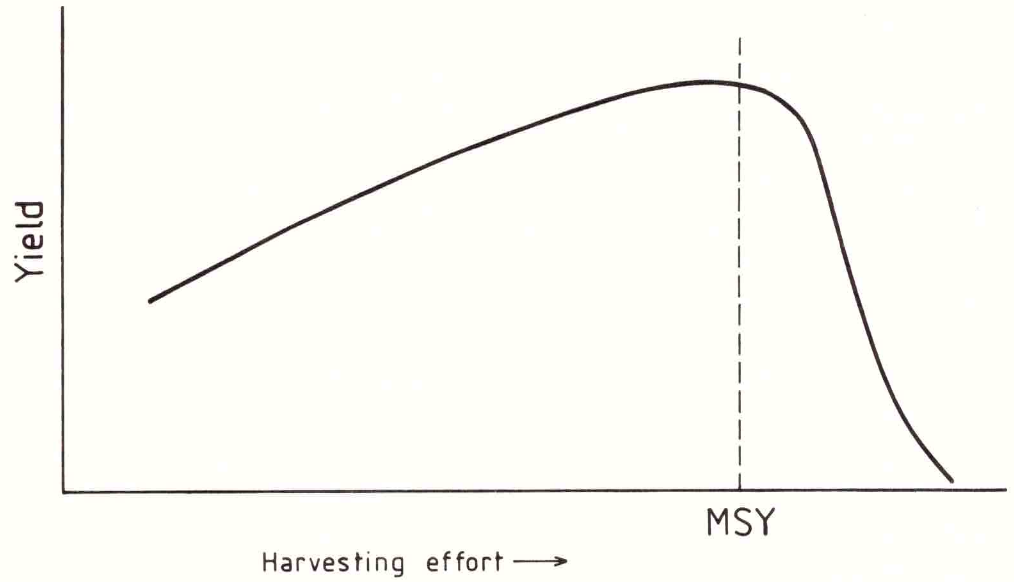
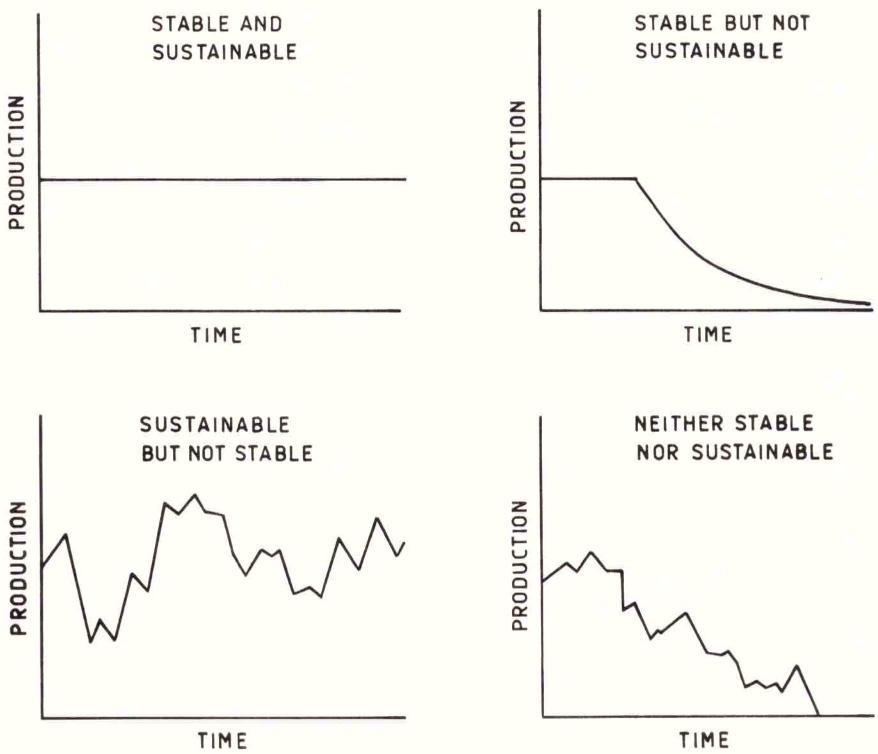


FIGURE 2 The meaning of stability and sustainability. (Craig et. al. 1980 and Marten 1988)



MEANINGS OF AGRICULTURAL SUSTAINABILITY

The idea of agricultural sustainability is currently popular among various people interested in alternative agriculture which attempts to minimize the potential negative effects of feeding growing populations. Wordings such as organic farming, regenerative agriculture, biodynamic farming, natural farming, biological farming and ecological farming are all included in the idea of alternative agricultural where the concepts of sustainability is tightly linked (Madden,1987., Altieri, 1983., Altieri, 1987., Gliessman, 1986 and Loomis, 1984). Traditional agriculture is another view which characterizes sustainable agriculture and contrast with the so-called contemporary (i.e. modern or conventional) agriculture. However, precise definitions of these terms are very few. Loomis (1984), for example, pointed out that the term "organic farming" embraces most none-conventional approaches, as well as those traditional in America before 1940. However, current definition of organic farming are generally based on the exclusion of manufactured chemicals; the use of natural phosphate and potassium ores are incidentally permited. In California legal definitions of organic farming may also allow the application of manures generated from chemically grown feeds or the use of lands that have been previously treated with chemicals.

The images of traditional agriculture are also embraced the idea of agricultural sustainability. According to Loomis (1984) the concepts rest in part on images of pioneers fulfilled, of peaceful fields in small farms, and of sage grandparents comfortable in their ability to produce from the land and to survive the vagaries of weather and markets. On the basis of variety of the meanings of the term, Douglass (1984) suggested three different views of agricultural sustainability. The first view -- sustainability as "food sufficiency" , seeks to maximize food production within constraints of profitability. The second view -- "sustainability as stewardship" was defined in terms of controlling environmental damage (Brown, 1984). The third view -- "sustainability as community" was defined in terms of maintaining and reconstructing rural value systems (Berry, 1984). Recently, Lowrance *et al.* (1987) suggested the integration of these concepts and proposed an alternative of a hierarchical approach. Because agricultural systems are simultaneously arranged in hierarchical orders, hance different constraints operate at different levels of organisation and that management strategies for sustainability must be considered and applied at appropriate levels. For practical Purposes, they defined agronomic sustainability for farm system, ecological sustainability for watershed or landscape system and macroeconomic sustainability for national or regional system (Table 1).

In reality, however, there exists the interactions between different levels in the hierarchy and that sustainability has to be evaluated at different levels of the hierarchy. According to Allen and Starr (1982) and O'Neill *et al.* (1986) a disturbance at one level in the hierarchy may be a stabilizing force at another. Hence, cotton production in Thailand tends to be stabilized at the regional level while the production

FIGURE 3 Stability and sustainability of agroecosystems.

Source : Conway (1982, 1986)

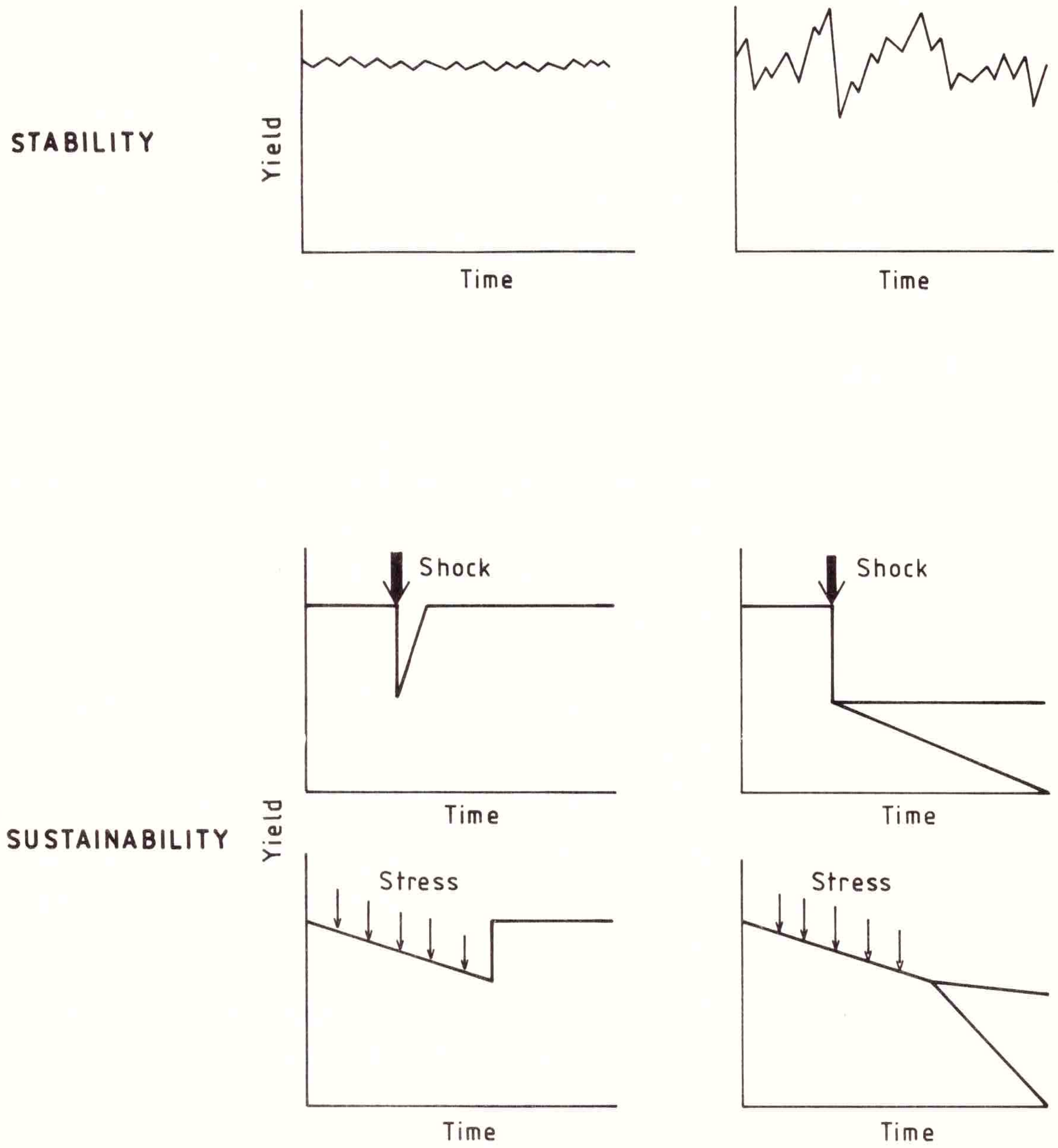


TABLE 1. Definitions of sustainability.

Source	Date	Definition
ECOLOGICAL:		
Canway	1987a,b	the ability of an agroecosystem to maintain productivity when subject to a major disturbing force; shock or stress.
Lowrance et al.	1986	the maintenance of life-support capacity of larger scale landscape units over longer time scale which is provided by non-agricultural and non-industrial segments of a region.
AGRICULTURAL:		
ASA	1989	sustainable agriculture is one that, over the long term, enhances environmental quality and the resource base on which agriculture depends; provide for basic human food and fiber neeeds, is economically viable, and enhances the quality of life for farmers and society as a whole.
BIFAD	1988	the successful management of resources for agriculture to satisfy changing human needds while maintaining or enhancing the natural resource base and avoiding environmental degradation.
		the ability of an agricultural system to maintain production over time, in the face of ecological difficulties and social and economic pressures.
		should conserve and protect natural resources and allow for long-term economic growth by managing all exploited resources for sustainable yields.
Idachba	1987	refers to the ability of agricultural systems to keep production and distribution going continuously without falling. (In Davis and Schirmer 1987)

TABLE 1. (Cont.) Definitions of sustainability.

Source	Date	Definition
Lowrance et al.	1986	refers to the ability of a tract of land to maintain productivity over a long period of time.
Crosson	1986	defines a sustainable system of food production as one which sastifies demands for food into the indefinite future while meeting equity conditions in food production both within and across generations. By this definition, the systems which consistently fail to meet the equity criteria will be judged unsustainable.
Douglass	1984	sustainable agriculture seeks to maximize food production within constraints of profitability.
Brown	1984	the maintenance of yield capacity of renewable agricultural resources thus controlling environmental damage.
Altieri et al	1983	is long term stabilization which requires a simple modification of traditional ad hoc techniques to develop self-sufficient, diversified, economically viable and small scale agroecosystems. The requirements of sustainable agroecosystems clearly are not only biological or technical, but are also social, economic, and political and illustrate the requirements of a sustainable society. The final requirement for ecological agriculture is an attitude toward nature of coexistence, not of exploitation.
Douglass	1984	redefined as any combination of circumstances which permits farmers to meet future demands for foodstuffs without imposing on society real increases in the social costs of production and without causing the distribution of opportunities or income to worsen.
ECONOMIC:		
Lowrance et al.	1987	ability of a system to shift productivity among tracts of lands which is represented by the "farm"

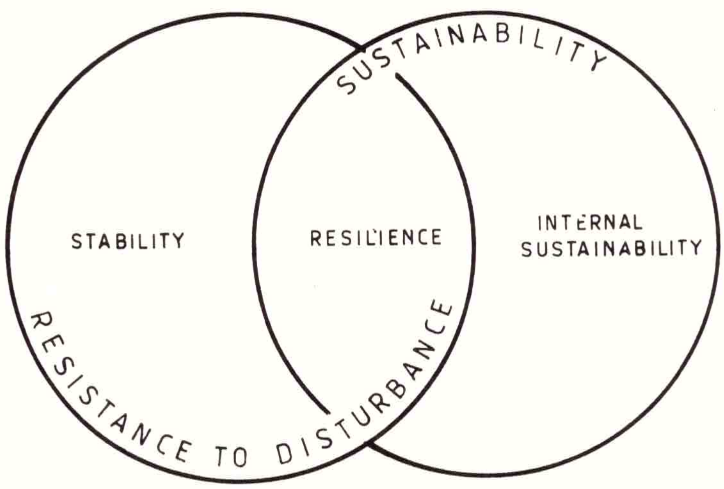
TABLE 1. (Cont.) Definitions of sustainability.

Source	Date	Definition
		The farm is the basic econmomic unit in the hierachy of agricultural systems where agronomic and economic factors are interacting to determine its sustainability. This also refers to microeconomic sustainability which is dependent on ability of the farm to stay on business. At the macro level, the (macro) economic sustainability is controlled by factors which determine the viability of national agricultural systems, e.g. fiscal policy and interest rates.
The Brundtland commission	1987	sustainable development is defined as develop ment that meets the needs without compromising the ability of future generations to meet their needs. (WCED, 1987 and Munn, 1988)
Pearce et.al.	1987	sustainable economic development involves maximising the net benefits of economic development, subjecting to maintaining the services and quality of natural resources over time.
Repetto	1987	refers sustainable development to the inter temporal conditions for continuing economic growth, and directs attention to the asset base-- particularly, to the natural resource asset base. (In Davis and Schirmer, 1987)
Gordon	1981	sustainable growth refers to short - term cyclical fluctuation and is often described as the desirable objective of macroeconomic demand management police. (seen in Cleveland, 1981)
SOCIOECONOMIC:		
Brown et al.	1987	defined global sustainability as one in which humans can survive without jeopardizing the continued suvival of future generation
Winkelman	1987	relates to causing to continue, maintaining at length without interruption, weakening, or lose of power or quality.

TABLE 1. (Cont.) Definitions of sustainability.

Source	Date	Definition
Fujisaka	1985	assessed sustainability in terms of potentials of the changing ecosystem and social system to support--over the long run--the activities and demands corresponding to given strategies.
Berry	1984	maintaining and reconstructing rural value systmens.
INSTITUTIONAL:		
Cernea	1984	defines project sustainability, essentially on economic terms, as the maintenance of an acceptable net flow of benefits from the project's investments after its completion, i.e., after the project ceased to receive financial and technical support. However, sustainable agricultural development, sustainable projects and investment programmes are not just those likely to generate an acceptable net flow of benefits, but are those which incorporate the establishment and/or strenghtening of the institutional and organizational sturctures that will endure as capable frameworks for the economic and technological processes promoted throung financially induced plan development.

FIGURE 4 Relationships of stability, resilence and sustainability. (Marten 1988)



systems at the field levels are fluctuating enormously due to pests and pesticide resistence problems. Field survey in the lower northern region of Thailand have shown that there has been a shift in production are from Sukhothai to Phetchabun, Nakhon Sawan and Kamphaeng Phet respectively (CMU/ CUSRI, 1983).

This hierachical approach to agricultural sustainability has been the focus of the SUAN memberships to evaluate systems properties of the tropical agroecosystems in Southeast Asia (e.g. Chareonwatana and Rambo,1988).

THE EVOLUTION OF THE DEFINITIONS OF SUSTAINABILITY IN SUAN

The concept of sustainability in SUAN was introduced in the late 1970s as one of the criteria to evaluate cropping system performance (MCP, 1980). The term "durability" was initially proposed and defined broadly as a measure of the long term productivity of the system (MCP, 1980 and Craig *et al.,* 1981). For multiple cropping systems, the term was used to designate the property of, or action on, any crop which affects the productive potential for the following crops.

The concept of durability was subsequently redefined as the long run performance of the system and measures how well the system is able to sustain its productivity in the face of repeated stress and/or major perturbation (Conway, 1982a). This definition has been widely adopted and refered as sustainability (Conway, 1982b., Conway 1985., KKU, 1982a., KKU1982 b., KEPAS, 1984., KEPAS, 1985a., KEPAS, 1985 b, KEPAS, 1986., KEPAS, 1988., PESAM/BRBDP , 1986 and Conway *et al.,* 1985). According to Conway (1987) the most recent definition of sustainability is refered to the ability of an agroecosystem to maintain productivity when subject to a major disturbing force. The actual or potential disturbance may be caused by an entensive stress, where stress is defined as a frequent, sometimes continous, relatively small and predictable disturbancd force which had a large cumulative effect (Figure 3). Alternatively, a disturbance may be caused by a shock, being defined here as an infrequent, relatively large and unpredictable disturbing force which has a potential of creating an immediate, large disturbancd or perturbation.

To appreciate the dynamic properties of disturbances, one may simply think in terms of time pattern as frequent or occasional; Periodic or irregular and sudden or cumulative. Recognising these patterns, farmers are uaually prepared for frequent disturbances, and hence stable response of agroecosystems, e.g., double transplanting of rice in the flash flooded areas of Chiang Mai and Chiang Rai provinces of northern Thailand (Rerkasem,1980); manipulation of rice varieties to overcome labour shortage, deep water zones and suboptimal planting time in multiple cropping systems (Rerkasem and Rerkasem, 1984) and diversity of economic activities of farmers in the northeast of Thailand to cope with natural variation and economic uncertainty (Grandstaff, 1988). Response to disturbance could take many different forms, Producing two distinct agroecosystem roperties; sustainability and resilience.

SUSTAINABILITY AND RESILIENCE

It may be seen that Conway's definition of sustainability combines the concept of resilience which was originally proposed by Holling (1973). This concept of resilience was derived from the concepts of ecological stability (e.g., Brookhaven symposium in Biology, 1969., van Dobben and Lowe-McConnell,1985) and refers to the ability of an ecosystem to adapt to a continuously changing environment, being able to absorb external shocks without major structural damage. If stability is defined as fluctuations on productivity that result from numerous fluctuations in physical and social variations of agroecosystem and sustainabiliby refers to a given level of productivity that can be maintain over time, then resilience may be seen as the intermediate between stability and internal sustainability as shown in figure 4 (Marten,1986., Marten, 1988a., Marten, 1988b).

The internal processes of ecosystem sustainability may be ecolological or social that cumulatively undermine agroecosystem productivity, e.g. soil degradation, increasing dependency on pesticides as pests develop increasing resistence. On the other hand as agroecosystem fails to produce satisfactorily under the impact of external disturbances, e.g. severe drought, pesticide-resistence of new biotype, increasing cost of inputs and collapse of an export market, the system may shift to a completely different state. This is termed resilience. In short, resilience concerns the response of production to external desturbance; like stability, and at the same time it concerns the maintenance of production; like sustainability. Unlike stability, resilience deals with whether the agroecosystem can persist in the face of disturbances which are occasional but traumatic,while stability concerns routine fluctuations in response to frequent and generally tolerable disturbances.

SUSTAINABILITY AS OPERATIONAL CONCEPTS

So far, we have seen many meanings of sustainability -- enduring or lasting, permanent or durable (i.e., ability to withstand, or bear up against), and supportable (i.e., able to be kept from falling). Some has suggested sustainability as part of stability and that sustainability is separated from resilience. There is a need, however, to recognize that a lack of sustainability is a response to disturbance and this is sometimes refered to perturbation or stress. (Conway, 1985., Conway, 1986).

Patterns of Disturbance and Perturbation

First of all, disturbances take an immensely variety of forms. Each form may also differ radically with regard to its impacts and vary considerably from one agroecosystem to the others. Second, an agroecosystem's response to disturbance can take a variety of forms. According to Trenbath (1982) perturbation can be due to both exogenous and endogenous and may be classified according to the nature of the main underlying mechanisms which include physical, chemical, biological, social, economic and technology. Example of these events and processes causing changes in agricultural systems are listed in Tables 2. An alternative approach to classify perturbation may be thought in terms of time-courses. The first source of perturbation, a pulse or "spike"-type stimulus is where a driving variable external to the system shows an abrupt but short-lived extreme deviation from its normal distribution of values (Figure 5a). Other kinds of stimulus include"step" changes where the value of the driving variable shifts abruptly to a new maintained level., "ramp" changes where there is a sustained trend over a significant period, and regular and random fluctuations that either begin or end (Figure 5a).

The responses to these stimuli can be categorised correspondingly, and slightly extended to include another three different types, i.e., step with overshoot return, step with damped return and assymptotic step (Figure 5a,b). Putting together in Table 3, Trenbath (1982) found that (1) only abrupt stimuli (i.e., spikes and steps) can have spike response, (2) all stimulus types can have responses of the same type, and (3) strongly lagged responses and overshoots are possible but seem not very common. In separating two different sources of perturbations, the exogenous degradation is often abrupt while endogenous degradation is gradual. Hence, the definitions of resilience and internal sustainability are once again treated separately.

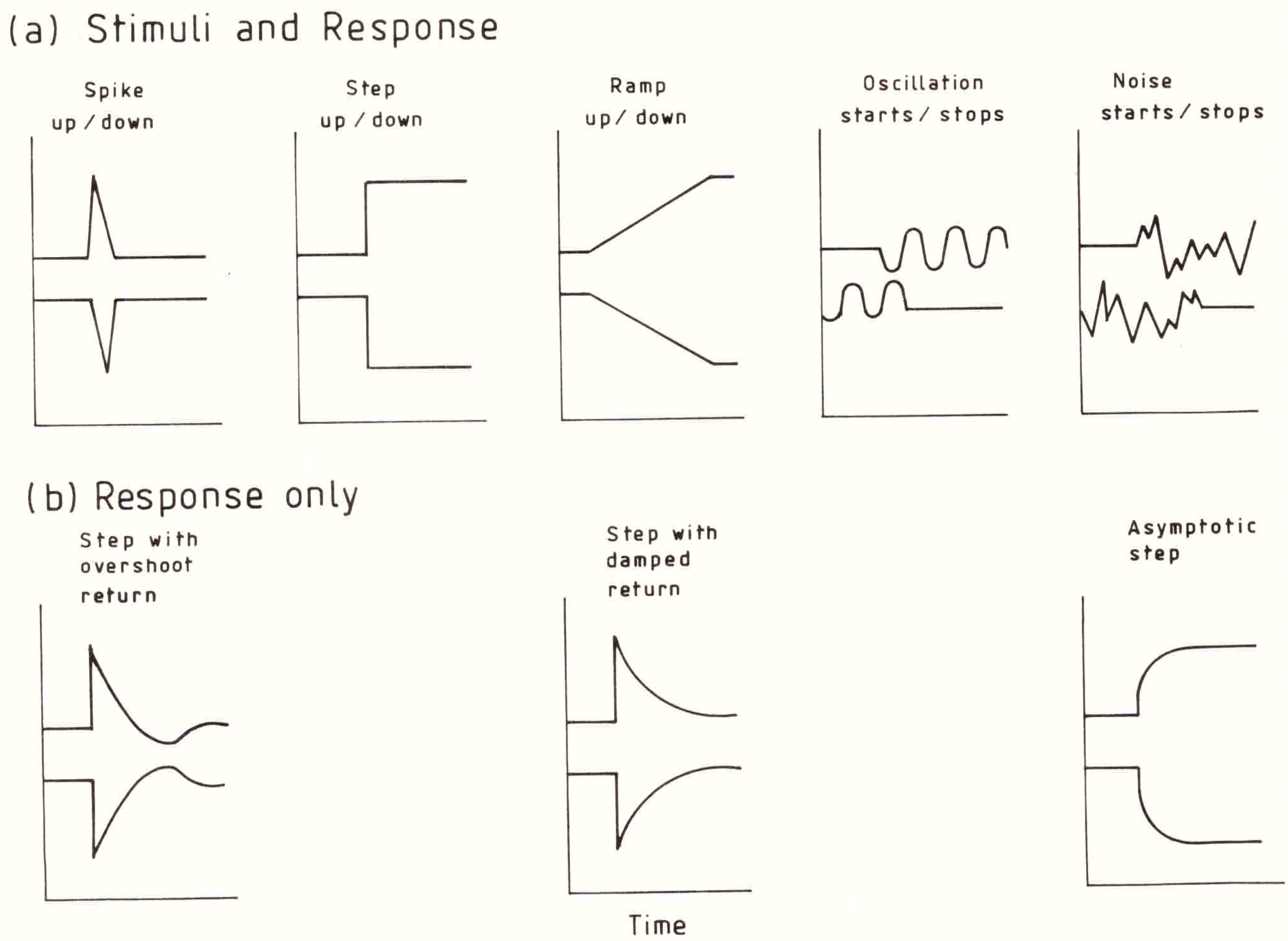
Measurements of Sustainability

Five characteristics have been suggested for measuring sustainability of ecosystems (Orians, 1975., Westman, 1978). These include inertia, elasticity, amplitude, hayteresis and malleability (Table 4). With exception to inertia which is the measure of resistence to change, the others are properties of resilience which refers to ways in which the disturbed system responds.

One may adopt the concept of LD_{50} from bioassay to measure the damage that causes 50% change in the composition. The relative abundance of species measured as percentage of similarity index (Whittaker, 1975) may be applied to agricultural systems, e.g., tropical homegarden (Ambar *et al.,* 1988). Elasticity or restoration time is the time required to restore a particular charateristic of an agroecosystem to within acceptably close limits of its pre-impact level, e.g., regeneration time of forests (Cairns, 1980 ., Bormann and Liken,1981) or recovery rate of disturbed agroecosystems, say restoring periods of soil fertility in shifting cultivation (Nye and Greenland,1960), and recovery time after pest-damage and so on.

The measures of amplitude (brittleness) involve determining a threshold, if any, beyond which ecosystem repair to the initial state no longer occurs. Pasture agronomists are interested in determining the stocking rate to maintain a given composition of the sward indefinitely, Minimum length of fallow period in shifting cultivation to maintain acceptable yields is another example of the measure of amplitude.

FIGURE 5 Common types of dynamic behaviour of variable involved in perturbation of agricultural systems. (Trenbath 1982).



Hysteresis refers to the degree to which the pattern of recovery is not simply a reversal of the pattern of initial alteration. It is the measure of ecosystem subjected to chronic impact, in which the changes induce in the ecosystem occur over a sufficient length of time that sequence can be observed. In crop-livestock systems, secondary succession may be observed after removal of livestocks. Shifts in weed species after removal of control measures and/or alteration of cropping strategies is another example of differences in paths of alteration and recovery. Malleability refers to the ease with which the system can become permanently altered. The measurement of malleability involves determining the similarity of the new stable state to former one.

These characteristics of sustainability are not equally easy in terms of measurements. Some have shown to be unmeasurable either in a short time or poor historical data. This, perhaps, exphasises the need for the sort of longterm perturbation experiment or on-farm monitoring whereby recovery of agroecosystems can be assessed.

TABLE 2. Exogenous (environmental) and endogenous events and processes that cause changes in agricultural systems.

Nature of Mechanism	Events and Processes: Exogenous	Events and Processes: Endogenous
Physical	Drought, flood, rainstorm, hail, frost, decomposition of volcanic ash, landslide	Waterlogging due to blocking of drainage systems, soil erosion
Chemical	Volcanic and / or industrial missions (e.g., SO_2), chemical contamination and warfare	Nutrient depletion, declining yields or soil pH, loss of O.M. under intensive cultivation, laterisation
Biological	pest and disease outbreak e.g., locusts or blight	Building up of weeds, resistence to pesticide or herbicide, breaking resistent crop varieties
Social	Births, deaths and illness in the farm family, callup to army, change in social status	Departure of members in the family, e.g., marry,
Economic	Price fluctuation;produces and inputs, government subsidies, taxations	Various forms of mismanagement, e.g., over spraying
Technological	Introduction of farm machineries, new varieties or new breed, new pesticides or fertilizers	Varietal selection by farmers, increasing cropping intensity

Source : Trenbath (1982)

TABLE 4. Characteristics of sustainability/resilience and example of a physical system.

Characteristic	Definition	Example: a metal coil
Inertia	Resistence to change.	Force needed to stretch coil a given distance.
Elasticity	Rapidity of restoration of a stable state following disturbance.	Time required to spring back to initial size after streching a given distance.
Amplitude	Zone from which the system will return to a stable state.	Distance beyond which coil cannot be stretched without being permanently deformed.
Hysteresis	Degree to which the path of restoration is an exact reversal of path of degra-dation.	Degree to which region temporarily occupied by coil in springing back differs from region through which coil moved during stretching.
Malleability	Degree to which stable state established after disturbance differs from the original steady state.	Degree to which stretched coil remains stetched after deforming force is remo-ved.

Sources: Orian (1975) and Westman (1978)

ACKNOWLEGEMENTS

This paper was originally prepared for the SUAN/EAPI training workshop on Agricultural Sustainability which was held in Khon Kaen during 2-9 January 1989 under financial support from the Rockefeller Brothers Fund and the Ford Froudation.

TABLE 3 **Examples of stimulus**-response combinations classified according to the time relationships of the stimulus and response involved. Refer to Figure for **the types of time** relationship. (Trenbath , 1982)

STIMULUS TYPE	RESPONSE TYPE							
	Spike	Step	Ramp	Damped return	Overshot return	Step without return	Oscillations stop/start	Noise stops/starts
Spike	Wind storm temporarily closes stomates	Rain storm erodes soil exposing unproductive rock	Establishment of trash bunds leads to terace formation and gradually decreasing runoff	Rain shower in arid zone produces short-lived burst of grass growth	Flood reduces pasture growth this year but silt depostied enhances growth in next year	Intenes erosion leaves so little soil that slow erosion continues till rock is reached		
Step	Law changes, and farmers organise one-day strike that halts market deliveries for a day	Rise of water level following breaching of dike stops crop growth	Farmer dies and farm productivity shows steady decline	Faced with great pest problems, farmer renounces pesticide, suffers temporary great loss, but lishes alternative controls		Irrigation introduced gives immediate yield rise which continues to plateau as utilisation skill increases		
Ramp		Falling price for product finally forces farmer to abandon farm and migrate to city	As product price rises percentage of area planted to it increases					
Oscillations start/stop		Notion starts summer daylight saving so farmer, unable to face rise in labour costs of summer milking, sells cows	Regular use of erosion-control measures started and leads to progressive rise in residue production, rainfall infiltration and yields	Watermanagement works lead to regular flooding. All farmers leave but as adaptation possibilities are recognised, families gradually return			Water management works lead to regular flodd-ing. Farmers continue crop-ping but plant only at the end of a flood	
Noise starts/stops		New smelter emission causes crop damage in direction depending on wind. In nearby farms, cultivation of suscep tible crop ceases in the next season	Destruction of flood defences lead to irregular flooding and progressive depauperisation of farmers as consecutive crops fail	Product price becomes unstable and so progressively less of this crop is grown.				Irregular peaks in product price attract opportunist producers able to set up fast, temporarily exploit the high price and then switch as price falls

REFERENCES

Ambar, S., Ruchiyat, Y. and Iskandar, J. (1987). Rural system interactions: Impact of land use change and deforestation on the environment in Phu Wiang watershed. In: SUAN/KKU report on Ecosystems Interactions in Rural Landscape: The case of Phu Wigng watershed, northeastern Thailand". Pp.53-104. Khon Kaen University, Thailand.

Allen, T.F.H. and Starr, T.B. (1982). Hierarchy: perspectives for ecological complexity. Chicago: University of Chicago Press.

Altieri, M.A. (1983). Agroecology: the scientefic basis of alternative agriculture. Berkley: UCB.

Altieri, M.A., Letourneau, D.K. and Davies, J.R. (1983). Developing sustainable agroecosystems. BioScience 33: 45-49.

ASA (1989). Decision reached on sustainable ag. Agron. News (January 1989): 15.

Berry, W. (1984). The agricultural crisis as a crisis of community. In: G.K. Douglass (ed) Agricultural sustainability in a changing world order. Pp. 140-158. Colorado: Westview Press.

BIFAD/AID (1988). Environment and natural resources: strategies for sustainable agriculture. A task force report of the Board for International Development, Washington, D.C.

Brookhaven symposium in Biology (1969). Diversity and stability in ecological systems. Brookhaven National Laboratory, Department of Biology. New York.

Brown Jr., G.E. (1984). Stewardship in agriculture, Pp.147-158 In: G.K. Douglass (ed) Agricultural sustainability in a changing world order. Colorado: Westview.

Brown, B.J., Hanson, M.E., Liverman, D.M. and Merideth Jr., R.W. (1987). Global sustainability: toward definition. Environ. Manage. 11: 713-719.

Bormann, F.H. and Likens, G.E. (1981). Pattern and process in a forested ecosystem. New York: Springer -Verlag. 253 pp.

Cairns Jr,J. (1980). The recovery process in damaged ecosystems. Michigan: Ann Arber Science. 167 pp.

Charoenwatana, T. and Rambo, A.T. (1988). Sustainable rural development in asia. Proceedings of the 4th SUAN regional symposium on Agroecosystem Research. Khon Kaen, Thailand.

Cernea, M.M. (1987). Farmer organisations and institutional building for sustainable development. Regional Development Dialogue 8: 1-24.

Clark, W.C. and Munn, R.E. (1986). Sustainable development of the biosphere. Cambridge: Cambridge University Press.

Clawson, M. and Sedjo, R. (1984). History of sustained-yield concept and its application to developing countries. In: K.H. Steen (ed) History of Sustained-Yield Forestry: A Symposium. Pp.3-15. FSH/IUFRO.

Cleveland, H. (1981). The management of sustainable growth. Pergamon Press. 395 pp.

CMU/CUSRI (1983). Agricultural development project in lower northern Thailand.

Report submitted to the National Economic and Social Development Borad (NESDB). Chiangmai University and Chulalongkorn University Social Research Institute. May 1983.

Conway, G.R. (1982). Applying ecology. Inaugural lecture 7. December 1982. London: ICCET.

Conway, G.R. (1985). Agricultural ecology and farming systems research. In: J. Remenyi (ed) Agricultural Systems Research for the Third World Agriculture. Canaberra: ACIAR.

Conway, G.R. (1986). Agroecosystem research and development. Bangkok: Winrock International. 111 pp.

Conway, G.R. (1987a). The properties of agroecosystems. Agric. Syst. 24: 95-117

Conway, G.R. (1987b). Sustainable agroecosystem development for Thailand. A report prepared for the United States Agency for International Development, Bangkok. Washington, London and Buenos: International Institute for Enveronment and Development IIED). 88 pp.

Conway, G.R., Alam, Z., Husain, T. and Mian, M.A. (1985). An agroecosystem analysis for the northern areas of Pakistan. Gilgit, Pakistan, Aga Khan Rural Support Programme.

Craig, I.A., Gypmantasiri, P., Rerkasem, K., Rerkasem, B., Jaisa-ard, R., Ganjanapan, L. and Thani, P. (1980). Multiple cropping in the Chiangmai valley: the complex relationships between components in the multiple cropping system. Multiple Cropping Project, Chiangmai Uniersity. Thailand.

Crosson, P.R. (1986). Sustainable food production: interactions among natural resources, technology and institutions. Food Policy (May 1986): 143-152.

Davies, T.J. and Schirmer, I.A. (1987). Sustainable issues in agricultural development. Proceedings of the 7 th Agricultural Sector Symposium. The World Bank. Washington, D.C.

Dixon, J.A. and Fallon, L.A. (1988). The concepts of sustainability: origins, extensions, and usefulness for policy. In: EAPI/RSI-EWC week: Resource/Environment - perspectives on critical issues. 27-29 September 1988, East-West Center, Honolulu.

van Dobben, W.H. and Lowe-McConnell, R.H. (1985). Unifying concepts in ecology. The Hague: Dr. W. Junk Publishers. 302 pp.

Douglass, G.K. (1984). Agricultural sustainability in a changing world order. Colorado: Westview.

Fujisaka, S. (1985). Agroecosystems co-evolution and sustainability in five pioneer upland shifting cultivation communities in the Philippines. EAPI/EWC Draft Paper. 45 pp.

Gliessman, S.R. (1984). Resource management in traditional tropical agroecosystems in southeast Mexico. In: G.K. Douglass (ed) Agricultural sustainability in a changing World order. Pp. 191-201. Colorado: Westview press.

Grandstaff, T.B. (1988). Environment and economic diversity in Northeast Thailand. In: T. Charoenwatana and A.T. Rambo (eds) Sustainable Rural Development in Asia. Pp 11-22. Proc. SUAN-4 regional symposium on agroecosystem research. Khon Kaen: Farming Systems Research Project and Southeast Asian Universities Agroecosystem Network.

Holling, C.S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. Ann. Rev. Ecol. Syst. 4:1-23

Holling, C.S. (1978). Adaptive environmental assessment and management. New York: Willey International.

Idachaba, F.S. (1987) Sustainability issues in agricultural development. Pp.18-51. In: T.J. Davies and I.S. Schirmer (eds) Sustainable issues in agricultural development. Proc. 7 th Agricultural Sector Symposium. Washington: The World Bank.

Janzen, D.H. (1970). The unexploited tropics. Bull. Ecol. Soc. Amer. 51 : 4-7.

Janzen, D.H. (1972). The uncertain future of the tropics. Nat. His. 8: 80-89.

Janzen, D.H. (1973). Tropical agroecosystems. Science 182: 1212-1219.

KEPAS (1984). The sustainability of agricultural intensification in Indonesia. Jakarta, Kilompok Penelitian Agor-ekosistem, Agency for Agricultural Research and Development (AARD). Pp.1-115.

KEPAS (1985a). The critical uplands of Eastern Java: an ago-ecosystems analysis. Jakarta, Kelompok Penelitian Agro-ekosistem, Agency for Agricultural Reserach and Development (AARD). Pp.1-213.

KEPAS (1985b). Tidal swamp agro-ecosystems of Southern Kalimantan. Jakarta, Kelompok Penelitian Agro-ekosistem, Agency for Agricultural Research and Development (AARD). Pp.1-146.

KEPAS (1986). Agro-ekosistem daeraj kering di Nusa Tengara Timur: studi kasus enam desa pengambangan pertanian. Kelompok Penelitian Agro-ekosistem, Badan Litbang Pertanian.

KEPAS (1988). Pendekatan agroekosistem pala pola pertanian lahan kering: Hasil penelitian di empat zone agroekosistem Jawa Timuor. Kelompok Penelitian Agroekosistem, Agency for Agricultural Research and Development (AARD).

Loomis, R.H. (1984). Traditional agriculture in America. Ann. Rev. Ecol. Syst. 15: 449-478.

Lowrance, R, Hendris, P.F. and Odum, E.P. (1987) A hierachical approach to sustainable agriculture. Amer, J. Alter. Agric. 1: 169-173.

Madden, P. (1987). Can sustainable agriculture be profitable? Environment 29: 19-34.

Marten, G.G. (1986). Productivity, efficiency, stability and sustainability as properties for agroecosystem assessment. Paper presented to the SUAN/EAPI workshop on Agroecosystem Analysis. 6-10 January 1986. Khon Kaen, Thailand.

Marten, G.G. (1988). Productivity, stability. sustainability, equitability and autonomy as properties for agroecosystem assessment. Agric. Syst. 26: 291-316.

MCP (1980). An interdesciplinary perspective of cropping systems in the Chiangmai valley: Key questions for research. Multiple Cropping Project, Chiangmai University, Thailand.

Munn, R.E. (1988). Towards sustainable development: an environmental perspective. Paper presented at the International Conference on Environment and Development. 24-26 March 1988. Milano, Italy.

Nye, P.H. and Greenland, D.J. (1960). The soil under shifting cultivation. Tech. Comm. 51, Commonewalth Bureau of Soils. Harpenden. 156 pp.

O'Niell, R.V., DeAngelis, D.L., Waide, J.B. and Allen, T.F.H. (1986). A hierarchical concept of ecosystems. Monographs in Popolation Biology 23. Princeton: Princeton University Press.

Orians, G.H. (1975). Diversity, stability and maturity in natural ecosystems. In: W.H. van Dobben and R.H. Lowe-McConnell (eds) Unifying concepts in Ecology. Pp. 139-150. The Hague: Junk.

PESAM/BRBDP (1986). The agroecosystems of Buhi: problems and opportunities. Proceedings of the Buhi Agroecosystems Analysis Workshop. Program on Environmental Science and Management, UPLB and the Bicol River Basin Development Program. 14 - 18 November 1985, Naga city, Philippines. 279 pp.

Rambo, A.T. and Sajise, P.E. (1984). An introduction to human ecology research on agricultural systems in southeast asia. Los Banos : UPLB.

Repetto, R. (1987). Managing natural resources for sustainability. Pp.167-179. In: T.J. Davies and I.A. Schirmer (eds) Sustainability issues in agricultural development. Proc. 7 th Agriculture Sector Symposium. Washignton: The World Bank.

Rerkasem, K. (1980). The rice systems. Paper prepared for the regional workshop on Interdisciplinary Analysis of Resource Ecosystems. 9-13 December 1980. Multiple Cropping Project, Chiang Mai, Thailand.

Rerkasem, B. and Rekasem K. (1984). The agroecological niche and farmer selection of rice varieties in the Chiangmai valley, Thailand. In: A.T. Rambo and P.E. Sajise (eds) An Introduction to Human Ecology Research on Agricultural Systems in Southeast Asia. Pp.303-311. Los Banos: UPLB, Philippines.

Rerkasem, K. and Rambo, A.T. (1988). Agroecosystem research for rural development. proceedings of the 3rd SUAN regional symposium on Agroecosystem Research. Chiang Mai, Thailand.

Trenbath, B.R. (1982). A framework for the study of the dynamics of agricultural systems. In: G. Golubev and I. Shvytov (eds) Modeling agricultural environmental Processes in crop production. p.227-254. Proceedings of a 2-4 June 1980 Task Force Meeting. Laxemburg: II ASA.

Walters, C. (1986). Adaptive mangement of renewable resources. London: MacMillan. 374 pp.

WCED (1987) Our common future. Oxford: Oxford University Press. 383 pp.

Westman, W.E. (1978). Measuring the inertia and resilience of ecosystems. BioScience 28: 705-710.

Wiebecke, C. and Peter, W. (1984). Aspects of sustained-yield history: forest sustention as the principle of forestry -- Idea and reality. In: H.K. Steen (ed) History of Sustained-Yield Forestry: A symposium. Pp.176-182. FHS/IUFRO.

วารสารเกษตร 5, 2: 91 - 98 (2532)
Journal of Agriculture 5, 2: 91 - 98 (1989)

THE EFFECT OF THRESHER SPEEDS ON SEED LOSS: RETAINING WHEAT SEED QUALITY

Suchada Vearasilp, Nongluck Prakobboon and Surat Nuk-lor

ABSTRACT : being concerned with retaining wheat seed quality, both the use of a wheat thresher and beating with bamboo sticks were examined for comparative seed loss. The testing of the thresher was done using 5 different drum speeds : 1,000, 900, 800, and 700 rpm. Results show that neither fast nor slow threshing affect the quantity of seed produced. Within total losses, the main loss occurred as unthreshed seed in plant residue. Discarded seed, the percentage of broken seed and threshing time did not vary between treatments. Loss was at a minimum after beating with bamboo sticks. Tin cans proved to be good containers. Seed quality after 7 months storage was satisfactory.

INTRODUCTION

Proper threshing is recognized as one of the main factors behind the production of high quality seed. In wheat production, an improperly adjusted thresher will lead to the loss of a large proportion of the seed crop. Similarly, high speed or unsuitable handling equipment is seen as the cause behind chipped, cut, broken or otherwise damaged seed. It has been found that the higher the drum speed the greater the loss (Kradanga, *et, al.*, 1980., Limpiti, 1987). Losses occur due to the seed being broken by the threshing drum and the grain then being blow away by the cleaning fan. The study of the factors affecting threshing losses is therefore of interest.

Mechanical injury during processing can be a major cause underlying the reduction of seed viability before and during storage. Damaged seed is more susceptible to stroage fungi and insects and experiences both a faster physiological deterioration due to exposure to air and a more rapid decline in seed quality and germination rate.

Seed containing a low moisture content are easily split and broken after processing (Bunch, 1960., Kulik, 1973., Stanway, 1977). Seed with a higher moisture content are more tolerant but bruising within the seed is often seen (Toole. 1960., Moore, 1972). Besides that effect of sizes, species. shapes and seed components are affected from mechanical processing differently.

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002, THAILAND.

Seed units in cereal crops vary according to specie. For example, the seed unit for barley and rice consists of the caryopsis plus lemma and palea (floret). The seed unit for sorghum and some millets consists of the caryopsis plus lemma,palea, outer glumes and inner glumes (spikelet). But the seed unit for wheat consists solely of the caryopsis (fruit). Among all cereal seed therefore the naked wheat seed would appear to be the most susceptible to mechanical damage.

The aim of the experiment therefore was to compare the ratios of threshing loss to seed quality produced by different threshing speeds.

MATERIALS AND METHODS

Wheat seeds of the cultivar Inia 66 were sown at Khun Pae Experimental Station and harvested in April 1987. The harvested wheat was divided into 5 lots of 20 kgs and then each lot was threshed by one of 5 different methods:

- wheat thresher with drum speed 1000 rpm
- wheat thresher with drum speed 900 rpm
- wheat thresher with drum speed 800 rpm
- wheat thresher with drum speed 700 rpm
- beating with bamboo sticks after being placed in muslin cloth bags.

At the time of threshing the seed moisture content was approximately 12 %. The thresher was a 4 horsepower, throw-in model without cleaning unit. In order to determine whether complete threshing had been achieved, the weights of the threshed seed, of the unthreshed seed found in plant residue at the disposal outlet and of seed blown out by the fan were examined. Threshing time were also recorded. A 1 kg sample was taken from each of the 5 seed lots collected from the seed outlet in order to determine the amount of broken seed. Threshed seed were cleaned by an air-screen cleaner. 3 kgs of cleaned seed from each treatment were placed in tin cans and stored for 7 months (April to November, 1987) under ambient conditions in the Seed Laboratory, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University.

To determine quality, seed samples were collected at the begining of storage and thereafter every month for a standard germination test, field emergence test and moisture content determination.

The experimental data were statistically analyzed using a completely randomized design with 3 replications and the Duncan Multiple Range Test (DMRT) for comparison between treatment means.

RESULTS AND DISCUSSION

Wheat Seed Loss According to Threshing Speed

The effect of drum speed and of threshing method on seed loss are summarized in Tables 1 and 2. There was no statistically significant difference on the weight of threshed seed to be found from either the use of high or low drum speed. The percentages of unthreshed seed in plant residue however were found to be significantly different. A drum speed of 1000 rpm produced the highest percentage rate of lost unthreshed seed. By weight this was 1,016.4 g. A drum speed of 700 rpm produced a much better and lower seed loss rate of 234.3 g.

There was no statistically significant defference between the amounts of seed carried out with plant residue according to drum speed. However, it was found that the higher the speed the higher the percentage of broken seed, but that this was less than 0.2 % of all speeds. There was no statistically significant difference in the amount of threshed seed produced by each drum speed but the lowest loss 421.9 g was that incurred by 700 rpm.

The largest loss in the experiment was incurred as unthreshed seed in plant residue. Either 1000 rpm or improper clearance between drum and concaves at this speed caused incomplete threshing of seed heads. The loss of good seed blown out with straw in this experiment was of an acceptable level and means that the fan was properly adjusted. The result of a less than 0.2 % broken seed loss in all treatments due to either excessive drum speed or insufficient clearance between drum and concaves was also acceptable but damaged seed was expected to be carried through and revealed in the standard germination test. Normally, visibly broken seed and breaks in the seed coat which may be invisible without a magnifying glass lead to a lower seed quality.

Differences in times required for different threshing speeds were not statistically significant. All speeds required less than 4 minutes to thresh 20 kgs of harvested wheat plant. Threshing at 700 rpm took the longest time of 3.49 minutes. Seed were not carried away by wind or in plant residue when threshing was done by beating. Broken seed by this treatment constituted a minimum of 0.018 %.

In general. therefore, the wheat thresher operating at all peripheral speeds still gave good results with minimal overall losses. Unthreshed and thrown out seed did not significantly subtract from the amount of threshed seed.

Table 1. Losses in gram of wheat seed as a function of either mechanical threshing and different drum speeds or hand threshing.

Speed of thresher (rpm)	Threshed seed (g)	Unthreshed seed (g)	Thrown out seed (g)	Tatal loss (Unthreshed + thrown out seed) (g)	Threshing time (minutes)
1000	10,150	1,016.4 [a]	73.9	2.32	1,090.3 [a]
900	10,200	597.2 [b]	161.8	2.54	759.6 [b]
800	10,400	377.9 [c]	177.6	2.87	555.6 [bc]
700	10,600	234.3 [c]	187.6	3.49	421.9 [c]
By hand	10,135	0	0	-	-
F-test	NS	**	NS	NS	**

** = Significant at $P < 0.01\%$
NS = Non-significant
Initial weight (Straw + Awn + Seed) before threshing 20,000 g.

Table 2. Percentage losses of wheat seed as a function of either mechanical threshing and different drum speeds of hand threshing.

Speed of thresher (rpm)	Threshed seed (%)	Unthreshed seed (%)	Thrown out seed (%)	Total loss (Unthreshed + thrown out seed) (%)	Broken seed (%)
1000	50.75	5.08	0.37	5.45	0.15
900	51.00	2.99	0.81	3.80	0.10
800	52.00	1.89	0.89	2.78	0.07
700	53.00	1.17	0.94	2.11	0.02
By hand	50.67	0	0	-	0.02
F-test	NS	**	NS	**	

** = Significant at $P < 0.01$ %
NS = Non-significant
Initial weight (Straw+awn+seed) before threshing = 100 %

Table 3. Germination percentage of wheat seed as a function of either mechanical threshing and different drum speeds or hand threshing, and after storage in tin cans under ambient temperatures for up to 7 months.

Drum speeds and threshing method (rpm)	Germination (%)[1]							
	OM[2] Apr 87	1 M May	2 M Jun	3 M Jul	4 M Aug	5 M Sept	6 M Oct	7 M Nov
1000	98	90	88	87^{b}	86^{b}	86^{bc}	84^{d}	79c
900	99	91	91	88^{b}	86^{b}	84^{c}	88^{c}	79c
800	98	97	95	94^{a}	92^{ab}	92^{ab}	92^{b}	88b
700	99	98	98	97^{a}	98^{a}	96^{a}	96^{a}	95a
By hand	99	98	98	97^{a}	98^{a}	96^{a}	96^{a}	95a
F-test	NS	NS	NS	**	**	**	**	**

** = Significant at $P < 0.01$ %
NS = Non-Significant
1 average of 3 replications
2 Months of storage
Column means followed by the same letter are not significantly different at 1 % lovel of DMRT.

Table 4. Field emergence percentage of wheat seed as a function of either mechanical threshing and different drum speeds or hand threshing and after storage in tin cans under ambient temparatures for up to 7 months.

Drum speeds and threshing method (rpm)	Field emergence (%)[1]							
	OM[2] Apr 87	1M May	2M Jun	3M Jul	4M Aug	5M Sept	6M Oct	7M Nov
1000	94^{c}	76^{d}	73^{e}	72^{c}	66^{b}	55^{c}	48^{c}	38^{d}
900	93^{d}	81^{c}	76^{d}	74^{c}	77^{b}	58^{c}	52^{c}	55^{c}
800	96^{bc}	82^{c}	81^{c}	80^{b}	79^{a}	77^{b}	72^{b}	59^{b}
700	97^{b}	88^{b}	87^{b}	83^{b}	82^{a}	81^{ab}	73^{ab}	59^{b}
By hand	99^{a}	98^{a}	97^{a}	95^{a}	83^{a}	85^{a}	78^{a}	67^{a}
F Test	**	**	**		**	**	**	**

** = Significant at $P < 0.01$ %
1 Average of 3 replications
2 Months of storage
Column means followed by the same letter are not significantly different at 1 % level of DMRT.

Table 5. Moisture content percentage of wheat seed as a function of either mechanical threshing and different drum speeds or hand threshing, and after storage in tin cans under ambient temperatures for up to 7 months.

Drum speeds and threshing method (rpm)	Moisture content (%) [1]							
	OM[2] Apr 87	1M May	2M Jun	3M Jul	4M Aug	5M Sept	6M Oct	7M Nov
1000	9.50	9.57	9.52	9.51	9.40	9.56	9.45	9.69
900	9.47	9.11	9.44	9.63	9.61	9.43	9.32	9.63
800	9.60	9.86	9.43	9.38	9.82	9.57	9.70	9.42
700	9.40	9.66	9.24	9.53	9.80	9.55	9.51	9.82
By hand	9.30	9.22	9.43	9.84	9.40	9.48	9.47	9.69
F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS = Non-Significant
1 Average of 3 replications
2 Months of storage
Column means followed by the same letter are not significantly different at 1 % level of DMRT.

Wheat Seed Quality According to Threshing Speed

Germination Test

The germination percentages of seed threshed at different drum speeds and which were stored in tin cans are shown in Table 3. The germination percentage of seed after 3 months of storage was no statistically significantly different and all treatments recorded higher than 80 %. After 4 months storage seed threshed at higher speeds started to decline in viability faster than that threshed at lower speeds. Seed threshed at 1000 rpm decreased in viability slowly and gave the lowest germination rate during all months in storage. Conversely, that seed threshed by hand beating showed the highest germination rate of more than 95 % for all storage months.

FIELD Emergence Test

The results of the field emergence test for threshed seed are given in Table 4. The field emergence percentages were lower than those for the germination test. The use of the thresher at all speeds lead to a decline in seed quality from the first month of storage. The use of high drum speed clearly affected seed viability. On the other hand, after 7 months storage seed threshed by hand beating gave the highest field emergence percentage of 67 % which is higher than that for seed mechanically threshed at all speeds.

The field emergence test is one of the most useful ways to determine seed vigour. Invisible mechanical damage is very difficult to identify in seed. The results of the germination test could not show exactly the amount of mechanically damaged seed. Most of the damaged seed which did germinate in the laboratory emerged but presented non-uniform stands in the field. The results show that the higher the drum speed, the lower the field emergence percentage.

Moisture Content Determination

There was no statistically significant difference between threshing speeds in moisture content of seed kept in tin cans and under ambient conditions. The seed moisture contents before and after 7 months storage were lower than 10 %. The tin can proved to be a most suitable container for moisture-proof storage.

CONCLUSIONS

Studying 4 different thresher drum speeds showed that whether high or low drum speed was used there was no statistically significant gain in threshed seed. Lossed due to unthreshed seed being found in plant residue was the main loss wighin total losses. It was also found that the higher the drum speed, the higher the seed loss. Seed thrown out by wind, the percentage of broken seed and threshing times required were not significantly different between treatments. It can be surmised that uncontrolled excessive drum speed lead to the remaining loss of unthreshed seed. Accordingly, the thresher drum speed for wheat seed is 700 rpm. Calibrated fan speed minimized the amount of good seed blown out with straw. The lowest threshing loss was incurred by hand beating with bamboo sticks.

The tin can proved to be a good moisture-proof container. Storing wheat seeds in this way for 7 months gave satisfactory results. Seed maintained a relatively low moisture content throughout the storage period. Proper storage conditions like moistureproof containers can not help mechanically damage seed which are threshed from higher drum speed thresher to maintain their qualities. The invisibly damaged seed mentioned above rapidly deteriorated and their storage life was short. Inhibiting a low germination rate can be achieved by using the appropriate threshing speed and storage conditions. Nonetheless, when comparing wheat seed with oil seed like soybean, wheat seed survives longer and is more tolerant of mechanical damage.

REFERENCES

Bunch, H.D.(1960). Relationship between moisture content of seed and mechanical damage in seed conveying. Seed World. 86 :14-17.

Kradanga, P., Daosaad, S. and Sirichaimanus, K.(1980). Improve of thresher performance. Annual Report on Research and Development. Department of Agriculture. Ministry of Agriculture and Cooperative Bangkok.

Kulik, M.M.(1973). Retention of germinability and invasion by storage fungi of hand threshed and machine threshed wheat seeds in storage. Seed Scince and Technology. 1:805-810.

Limpiti, S. (1987). The factors affecting losses of soybean during threshing. Final report (1987) to asian crops postharvest programme. Postharvest Technology Research and Training Center. Faculty of Agriculture, CMU.

Moore, R.P. (1972). Effects of machnical injuries on viability. In Viability of Seeds. Ed. E.H. Roberts. pp: 94-113. Charpman & Hall, London.

Standway, V.M. (1977). Evaluation of Forrest Soybeans with Damaged Seedcoats. Preprint 55, 18th ISTA Congress, Madrid.

Toole, E.H. (1950). Relation of seed processing and condition during storage on seed germination. Proc. Int. Seed Tech Ass. 16 (3) : 214-224.

วารสารเกษตร 5, 2: 99 - 103 (2532)

Journal of Agriculture 5, 2: 99 - 103 (1989)

VIABILTY OF WHEAT SEED PRODUCED FROM DIFFERENT SEEDING METHODS ON HIGHLANDS UNDER IRRIGATED CONDITION.

Nongluck Prakobbon, Suchada Vearasilp and Surat Nuk-lor

ABSTRACT : Studies were conducted in order to define effect of different seeding methods on seed viability of wheat grow in highlands under irrigated conditions. The Experiment was conducted at two locations, Khun Pae and Kae Noi Stations. Seed quality was not significantly influence by seeding methods of drilling, hilling and broadcasting. Regardless of method and location, wheat seed maintained their qualifies in terms of germination and moisture content. Storing seed in paper bags under ambient conditions for 7 months provided the good germination rate of 78%. Atmospheric relative humidity was the major factor responsible for increase and decrease in moisture content.

INTRODUCTION

As most wheat is produced on dry land, the availability of moisture is a major factor in production. The producting of wheat on irrigated field is still relatively uncommon in wheat growing areas due to the large areas planted by each producer. The utilization of irrigated rice paddy fields for growing wheat allows the provision of adequate moisture.

Seeding methods vary according to soil moisture and soil type. Broadcasting is practiced in areas where either wet ground limits access to the field, the ground has been planted into heavy stubble, or extremely large areas must be sown rapidly. Broadcasting normally fails to bring seed into close contact with soil moisture and so germination is low and poor stands result in reduced yields. Seed drills, however, can plant at a precise uniform depth with accurate row spacing and controlled seeding rate. It has been consistently shown that yield increases markedly if crops are seeded with drills that yiled increases markedly if crops are seeded with drills (Kiesselbach *et al*, 1934). The average yield of winter wheat from furrow drilling has been higher than that from surface drilling (May and McKee, 1925). Hill planting is relatively uncommon.

Seeding method indirectly affects seed quality. An unsuitable seeding method leads to inadequate moisture availability. Moisture stress during flowering can cause pollen sterility. Moisture stress after pollination during caryopsis development causes plant to develop pinched or shriveled kernels which results in a low quality seed crop.

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002. THAILAND.

Implementing the three different methods of seeding was therefore required for discovering that method which produces the highest quality wheat seed in irrigated highland rice field.

METERIALS AND METHODS

The experiment was conducted under irrigated condition at two different highland locations, namely Khun Pae and Kae Noi Station. Khun Pae Station is located in the south of Chiang Mai province at an altitude of about 1,200 metres above sea level. Soil condition was judged to be of a moderate fertility level. Kae Noi Station is located in the north of the same province at an altitude of about 1,000 metres. Soil condition wasclassified as low to medium fertility level.

The three seeding methods of drilling, hilling and broadcasting were used. After harvesting, threshed seed were cleaned and dried to an approximate 10% moisture content. Three kilogram of the seed form each replication were then kept in paper bags under ambient condition at the Seed Laboratory, Department of Agronomy, faculty of Agriculture, Chiang Mai University for 7 months (April 1988 to November 1988)

Samples of seed were taken at the beginning of storge and thereafer every month for a standard germination test and moisture content determination. The experimental data were statistically analyzed using a completely randomized design with 3 replications and Duncan Multiple Range Test (DMRT) for the comparison between treatment means.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of standard germination test and moisture content determination of the wheat seed from the 3 different seeding methods during the 7 months of storage are presented below:

Germination Test

The germination percentages of the wheat seed resulting from the 3 different seeding method are shown in Table 1 amd 2. The germination percentages of seed in both locations and from all 3 seeding methods were found to be not statistically different. The storing of wheat seed for 7 months presented no difficulties as their viability decreased relatively slowly and slightly. There was an approximate 78% germination of the seed in both locations after 7 months storage.

Table 1. Germination percentages of wheat seed using different seeding methods under irrigated conditions at Kae Noi Station.

Methods of Seeding	Germination (%)[1]							
	OM[2] Apr 1987	1M May	2M June	3M July	·4M Aug	5M Sept	6M Oct	7M Nov
Drill	96	95	93	93	93	88	85	78
Hill	94	93	94	88	90	86	84	78
Broadcasting	95	92	93	89	90	85	83	80
F-Test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

1 Average of three replications

2 Storage month

NS = Non-Significant

Table 2. Germination percentages of wheat seed using different seeding methods under irrigated conditions at Khun Pae Station.

Methods of Seeding	Germination (%)[1]							
	OM[2] Apr1987	1M May	2M June	3M July	4M Aug	5M Sept	6M Oct	7M Nov
Drill	96	96	95	93	90	89	89	79
Hill	97	96	94	94	94	93	88	78
Broadcasting	97	97	94	91	90	85	83	76
F-Test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

1 Average of three replications

2 Storage month

NS = Non-Significant

Table 3. Moisture content percentages of wheat seed using different seed methods under irrigated conditions at Kae Noi Station.

Methods of Seeding	Moisture Content (%)[1]							
	OM[2] Apr1977	1M May	2M June	3M July	4M Aug	5M Sept	6M Oct	7M Nov
Drill	9.74	8.66	13.12	12.93	15.25	14.24	14.36	13.55
Hill	10.56	8 71	13.12	12.89	14.28	14.79	14.16	13.41
Broadcasting	11.02	8.58	13.02	13.24	14.93	14.29	14.50	13.77
F-Test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

1 Average of three replications

2 Storage month

NS = Non-Significant

Table 4. Moisture content percentages of wheat seed using different seeding methods under irrigated conditions at Khon Pae

Methods of Seeding	Moisture Content (%)[1]							
	OM[2] Apr1987	1M May	2M June	3M July	4M Aug	5M Sept	6M Oct	7M Nov
Drill	7.52	8.27	13.41	12.61	15.74	14.21	14.52	14.09
Hill	8.60	8.48	13.57	12.69	15.89	14.30	14.62	14.45
Broadcasting	7.95	8.77	13.49	12.79	15.95	14.53	14.56	14.24
F-Test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

1 Average of three replications

2 Storage month

NS = Non-Significant

Since wheat iss a cereal plant the seed contain carbohydrates as the major storate substance. Carbohydrate food supply is known also that, its influence on seed viability is much less than on those containing oil. Thus, where storage conditions are not optimum cereal seed can survive better than other types of seed. In this experiment wheat seed provided the same results as just mentioned before.

Moisture Content Determination

Seed moisture content of seed in both locations showed no significantly different in effect between treatments (Table 3 and 4). The initial moisture content of all seeds before storage was approximately 10 %. Seeds stored under the ambient condition of the Seed Laboratory absorbed water until they reached equilibrium moisture contents (EMC). The level of EMC reached dependent on the month. In both locations in August, seed moisture content peaked at 15 % and then declined over the ensuing months. August later proved to have had the heaviest continuous rainfall. The relative humidily was higher then than for any other storage months. Despite this, the higher moisture content did not markedly affect seed viability After 7 months storage the wheat seed contained approximately 13-14% moisture content and still gave a satisfactory and good germination percentage.

CONCLUSION

Neither drilling, hilling nor broadcastion played a definitive role in determining seed quality. Seed longevity during storage also did not depends on planting method. Wheat seeds from all methods of planting maintained similarly quality in both locations in terms of germination percentage and moisture condition for 7 months resulted in the good germinagion percentage of 78 %. Atmospheric relative humidity was the major factor responsible for the increase or decrease in moisture content percentage.

REFERENCES

Kiesselbach, T. A., Anderson. A., and Lyness W. A.,(1934). "Cultural practices in cointer wheat production", Nebr, Agr. Exp. Sta. Bul. 286.

May, R.W., and Mckee, C.(1925). "Furrow drill for sowing winter in central Montana", Mont. Agr. Exp. Bul. 177, pp 1-24.

วารสารเกษตร 5, 2: 104 - 113 (2532)
Journal of Agriculture 5, 2: 104 - 113 (1989)

ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของถั่วลิสง และข้าวโพดเมื่อปลูกพืชทั้งสองร่วมกัน

เฉลิมพล แซมเพชร สุนทร บูรณะวิริยะกุล
ทรงเชาว์ อินสมพันธ์ และ ศุภศักดิ์ ลิมปิติ

SPATIAL ARRANGEMENT AND PLANT POPULATION OF CORN/GROUNDNUT INTERCROPPING

C. Sampet, S. Buranaviriyakul,
S. Insomphun and S. Limpiti

ABSTRAC: The experiments was laid out in a 3 x 2 factorial in RCB with 3 replications. The monocorn spacing (row x plant) was 80 x 25, 60 x 25 and 40 x 25 and 40 x 25 cm. and the optimum spacing was 75 x 25 cm. The spacings for monogroundnut was 20 x 20 cm. Spacing for the intercrops were arranged as follows :-

Two rows of corn, spacing at 40, 69 and 80 cm. intercropped with two rows of groundnut. The spacing of corn rows where the groundnut were planted were 1.0 m and 0.8 m. The plant spacing of both corn and legumes were the same as in monocrop.

The groundnut yield was affected by corn. The yield of groundnut decrease as decreasing corn spacing, while the yield of corn increased. The total yeild of intercrop was less than the maximum sole corn. However, the land equivalent ratio (LER) values indicated that there was practical advantage of intercropping groundnut with corn for the planting patterns used in the experiment. The detail of plant growth and light interception are discussed.

บทคัดย่อ: ได้มีการพยายามนำพืชตระกูลถั่ว (เมล็ด) เข้าร่วมในระบบการปลูกพืชที่มีพวกธัญญพืช เช่น ข้าวไร่ ข้าวโพด และข้าวสาลี เป็นพืชหลักในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น ปลูกเป็นพืชแซม พืชเหลื่อมฤดู หรือพืชหมุนเวียน ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ดิน และรักษาหรือเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน แต่การที่นำพืชตระกูลถั่วชนิดใดชนิดหนึ่งเข้าไปปลูกร่วมกับพืชหลัก โดยไม่มีผลกระทบต่อพืชหลักมากนั้น จะต้องมีการจัดการเรื่องปัจจัยการผลิตบางอย่างให้เหมาะสมโดยเฉพาะในปัจจัยเรื่องการบังแสง และการแก่งแย่งแร่ธาตุอาหาร ในการทดลองรายงานวิจัยนี้เป็นการพยายามใช้ถั่วลิสงปลูกลงในระหว่างแถวข้าวโพด โดยมีการจัดการเรื่องของระยะของแถวข้าวโพดเพื่อให้ได้ผลผลิตของพืชทั้งสองที่เหมาะสม

ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

การศึกษาทดลองกระทำที่สถานีโครงการหลวงห้วยโป่ง จังหวัดเชียงราย สูงจากระดับน้ำทะเล 800 เมตร ในระหว่างเดือนพฤษภาคม - กันยายน 2529 วางแผนการทดลองแบบ 3 x 2 Factorial โดยมีการจัดระยะปลูกข้าวโพดเป็นแบบ Spatial arrangement ดังนี้คือ กำหนดให้มีระยะระหว่างแถวข้าวโพด 40, 60 และ 80 ซม. และระยะห่างของแถวข้าวโพดที่มีถั่วลิสงปลูกแซม 80 และ 100 ซม. ทั้งนี้ใช้ระยะปลูกของข้าวโพดเท่ากับ 40 x 25, 60 x 25 ซม. และ 80 x 25 ซม.ส่วนถั่วลิสงปลูกเป็น 2 แถว ใช้ระยะระหว่างแถว และต้นเท่ากับ 20 และ 15 ซม. ตามลำดับ

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ระยะระหว่างแถวของข้าวโพดที่ปลูกถั่วลิสงมีผลกระทบต่อผลผลิตของถั่วลิสง และของข้าวโพดเอง กล่าวคือผลผลิตของถั่วลิสงลดลง ในขณะที่ผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะระหว่างแถวของข้าวโพดลดลง เมื่อระยะการปลูกของข้าวโพดลดลงทำให้มีการบังแสงมากขึ้น จากการวัดแสง PAR ที่ส่องผ่านถึงต้นถั่ว เมื่อข้าวโพดโตเต็มที่พบว่า ที่ระยะระหว่างแถวข้าวโพด 40 ซม. มีแสงผ่านได้เพียง 29% เปรียบเทียบกับ 41% สำหรับระยะข้าวโพด 80 ซม. การบังแสงนี้มีผลกระทบต่อขนาดของเมล็ดถั่วมากกว่าองค์ประกอบของผลผลิตอื่น จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าประโยชน์การใช้พื้นที่ดิน (Land equivalent ratio, LER) พบว่า การปลูกพืชแซมจะได้ประโยชน์สูงกว่าการปลูกพืชใดพืชหนึ่งตามลำพัง

คำนำ

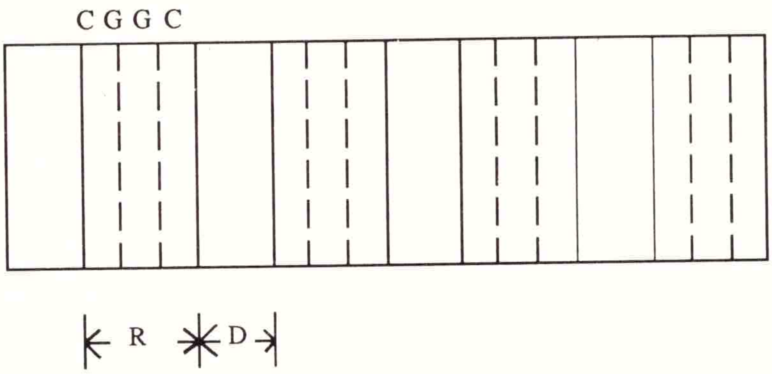
พืชตระกูลถั่วนับว่าได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อระบบการปลูกพืชมากขึ้นทุกวัน ทั้งนี้เพราะพืชตระกูลถั่วสามารถช่วยรักษา หรือเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ โดยผ่านทางขบวนการตรึงไนโตรเจน ดังนั้นพืชตระกูลถั่วจึงมักถูกนำเข้าไปในระบบการปลูกพืชในลักษณะต่างๆ กัน เช่น ปลูกเป็นพืชหมุนเวียน ปลูกเป็นพืชแซม หรือปลูกเป็นพืชเลื่อมฤดู เป็นต้น การใช้พืชตระกูลถั่วปลูกเป็นพืชหมุนเวียน อาจจะช่วยลดการระบาดของโรคแมลงหรือศัตรูพืชบางชนิดได้ และนอกเหนือไปกว่านั้นเกษตรกรอาจใช้บริโภคเป็นอาหารเสริมโปรตีน หรือใช้เป็นอาหารสัตว์ได้เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามการที่นำพืชตระกูลถั่วเข้าไปปลูกร่วมกับพืชอื่น โดยที่ไม่ก่อให้เกิดผลเสียหายแก่พืชหลักมากนั้น จะต้องมีการจัดการในเรื่องของปัจจัยการผลิตบางประการ เช่น เรื่องการบังแสง การแก่งแย่งธาตุอาหาร และความชื้น ให้เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้พืชตระกูลถั่วปลูกเป็นพืชแซม หรือพืชเหลื่อมฤดู การศึกษาทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาใช้ถั่วลิสงปลูกเป็นพืชแซมในระหว่างแถวของข้าวโพด ภายใต้สภาพแวดล้อมบนที่สูง (ความสูงจากระดับน้ำทะเล 800 ม.) ซึ่งหวังว่าระบบการปลูกพืชนี้จะเป็นประโยชน์แก่ชาวไทยภูเขาโดยตรง เพราะข้าวโพดนั้นเป็นพืชหลักชนิดหนึ่งที่ชาวไทยภูเขาปลูกกันอยู่ทั่วไป สำหรับถั่วลิสงนั้นอาจเป็นพืชใหม่ แต่ก็เป็นพืชที่สามารถขึ้นได้ดีบนที่สูง (Tiyawalee *et al.*, 1978) ถ้าชาวไทยภูเขานำพืชชนิดนี้เข้าไปร่วมในระบบการปลูกพืชเดิมก็อาจจะได้ประโยชน์เพิ่มขึ้น จากการศึกษาเบื้องต้นโดย Buranaviriyakul *et al.* (1986) ณ สถานที่เดียวกันนี้แสดงให้เห็นว่า สัดส่วนของผลผลิตของพืชทั้งสองเมื่อปลูกร่วมกันจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของข้าวโพดเป็นประการสำคัญ ดังนั้นในการศึกษาทดลองครั้งนี้ได้เน้นการจัดการเรื่องระยะปลูกของข้าวโพด เพื่อลดการบดบังแสงโดยที่ไม่ทำให้ผลผลิตของข้าวโพดลดลงมาก หรือลดลงในระดับที่สามารถชดเชยได้จากผลผลิตของถั่ว

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาทดลองกระทำที่สถานีโครงการ**หลวงห้วยโป่ง** จังหวัดเชียงราย ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 800 เมตร ในระหว่างเดือนพฤษภาคม-กันยายน 2529 **พื้นที่แปลง**ทดสอบมีความลาดชัน 5 - 12 % ดินเป็นชนิด Fertile loam

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 2 Factorial โดยมีการ**จัดระยะปลูกข้าวโพดเป็นแบบ** Spatial arrangement (ตามรูปที่ 1) ดังนี้คือ กำหนดให้มีระยะระหว่างแถวข้าวโพด (D) เท่ากับ 40, 60 และ 80 ซม. และระยะระหว่างแถวข้าวโพดที่มีถั่วลิสงปลูกแซม (R) เท่ากับ 80 และ 100 ซม. ทุกกรรมวิธีทำ 3 ซ้ำจัดให้อยู่ในรูปของ R.C.B. และในแต่ละซ้ำทำการปลูกข้าวโพดและถั่วลิสงลำพังอย่างเดียว (Sole crop) โดยใช้ระยะห่างปลูกของข้าวโพดเท่ากับ 40x 25 ซม. 60x25 ซม. และ 80x25 ซม. ระยะของถั่วลิสงเท่ากับ 20x15 ซม. การปลูกถั่วลิสงในแถวข้าวโพดปลูกเป็นสองแถวห่างระหว่าง แถวและต้นเท่ากับ 25 ซม. และ 15 ซม. ตามลำดับ

Figure 1. Spatial arrangement in corn/groundnut intercropping.
C = corn, G = groundnut D = between corn rows,



พันธุ์ข้าวโพด และถั่วลิสงที่ใช้ในการศึกษาทดลองครั้งนี้คือ พันธุ์สุวรรณ 1 และพันธุ์ สข. 38 ตามลำดับ วิธีปลูกได้ทำการปลูกถั่วลิสงก่อนปลูกข้าวโพด 10 วัน ทั้งนี้เพื่อลดความเสียหายของผลผลิตถั่วลิสงจากการบังแสงของข้าวโพด (Buranaviriyakul *et al.*, 1985) หลังจากที่พืชทั้งสองงอกและตั้งตัวดีแล้ว ทำการถอนให้เหลือหลุมละ 2 ต้นสำหรับถั่วลิสง และ 1 ต้นสำหรับข้าวโพด

ในระหว่างการศึกษาทำการบันทึก ความสูง น้ำหนักแห้งของถั่วลิสง และเมื่อข้าวโพดเจริญเติบโตเต็มที่ได้ทำการวัดพลังงานแสง (Photosynthically active radiation ; PAR) ที่เหนือยอดข้าวโพด แสงที่ส่องผ่านมาถึงต้นถั่วลิสงด้วย Linear sensor (photon flux density LI-Cor, Inc. 188 B) เพื่อคำนวณเปอร์เซนต์การรับแสง (Light interception) บันทึกผลผลิต

Table 1. The average yield of corn/groundnut intercropping.

Treatments		Seed dry weight (kg/ha)		
R	D	Groundnut	corn	Total
80	40	404	5960	6364
100	60	370	5255	5625
	80	475	4440	4915
	40	592	4853	5444
	60	613	4842	5455
	80	565	4971	5536
SE (mean)		±24.4	±786.5	
Sole corn :				
	40 x 25 cm		7754	
	60 x 25 cm		6451	
	80 x 25 cm		4704	
Sole groundnut		1444	-	
SE (mean)		±52.1	±788.4	

Table 2. Land equivalent ratio (LER) of groundnut (Lg) and corn (Lc) in Corn/groundnut intercrop.

Treatments		Lg	Lc	LER
R	D			
80	40	0.28	0.77	1.05
	60	0.25	0.68	0.93
	80	0.33	0.67	0.90
100	40	0.41	0.63	1.04
	60	0.43	0.62	1.05
	80	0.39	0.64	1.03

องค์ประกอบของผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest index) รวมทั้งการคำนวณค่า land equivalent ratio (LER) ตามหลักของ Willey (1979) ดังนี้

$$LER = Lg + Lc = \frac{Yg}{Sg} + \frac{Yc}{Sc}$$

Lg และ Lc = LER ของถั่วลิสงและข้าวโพดตามลำดับ

Yg และ Yc = ผลผลิตของถั่วลิสงและข้าวโพดเมื่อปลูกร่วมกันตามลำดับ

Sg และ Sc = ผลผลิตของถั่วลิสงและข้าวโพดเมื่อปลูกตามลำพัง

เนื่องจากในแผนการทดลองนี้จะมีค่า Sc อยู่ด้วยกัน 3 ค่า จากการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว 3 ระยะ และได้พิจารณาใช้ระยะปลูกที่ให้ผลผลิตสูงสุดสำหรับใช้ในการคำนวณ

ในการทดลองนี้ ไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ มีการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและวัชพืชตามความเหมาะสม

ผลการทดลอง

ผลผลิตและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่า ผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในระหว่างแถวข้าวโพดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายใต้ระยะระหว่างแถวข้าวโพด (D) ที่แตกต่างกัน แต่ไม่ได้รับผลกระทบจากความแตกต่างของระยะแถวของข้าวโพด (R) (ตารางที่ 1) ผลผลิตของถั่วลิสงเพิ่มขึ้นจาก 416 กก/เฮกเตอร์เป็น 590กก/เฮกเตอร์ (เฉลี่ยจากทุกระยะ D) เมื่อระยะ R เพิ่มขึ้นจาก 80 ซม. เป็น 100 ซม. เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตของถั่วที่ปลูกลำพังอย่างเดียว (1444 กก/เฮกเตอร์) ปรากฏว่าถั่วลิสงที่ปลูกอยู่ในระหว่างแถวของข้าวโพดจะให้ผลผลิตต่ำกว่า 55% และ 71% จากระยะ R 100 ตามลำดับ สำหรับผลผลิตของข้าวโพดพบว่าความแตกต่างของผลผลิตของระยะ D และ R ที่ต่างกันไม่ถึงระดับมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) ผลผลิตที่ได้รับอยู่ระหว่าง 440 - 5960 กก/เฮคแตร์ และผลผลิตที่ได้นี้ต่ำกว่าผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกลำพังอย่างเดียว เมื่อเปรียบเทียบกับระยะปลูกที่ให้ผลผลิตดีที่สุด (7754 กก/เฮคแตร์) และเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตรวมของพืชทั้งสองในระหว่างกรรมวิธีต่าง ๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน และผลผลิตรวมที่ได้นี้ก็ยังต่ำกว่าผลผลิตที่ดีที่สุดของข้าวโพดที่ปลูกลำพังอย่างเดียว (ตารางที่ 1)

ผลจากการประเมินการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการคำนวณค่า Land equivalent ratio (LER) พบว่าระบบการปลูกพืชแซมมีค่า LER สูงกว่าการปลูกพืชหนึ่งโดยลำพังอย่างเดียว (ตารางที่ 2) นั่นหมายความว่าระบบการปลูกพืชแซมจะได้ประโยชน์จากการใช้พื้นที่ดิน หรือได้ผลผลิตจากพืชทั้งสองรวมกันต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าการปลูกพืชใดพืชหนึ่งโดยลำพัง แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะ

Table 3. Yield components of groundnut in corn/groundnut intercrop.

Treatment R	Treatment D			Mean
	40	60	80	(± S.E)
		no. of pod/hill		
80	10.8	11.4	12.6	11.6 } ± 0.17**
100	12.6	14.0	14.8	13.8
Mean	11.7	12.7	13.7	interaction
(± S.E)		(± 0.21)**		(± 0.29)^{NS}
Sole groundnut		10.2		
		no. of seed/pod		
80	1.5	1.8	2.0	1.67 } ± 0.042 **
100	2.0	2.1	2.1	2.04
Mean	1.75	1.80	2.05	interaction
(± S.E)		(± 0.044)**		(± 0.062)*
Sole groundnut		1.5		
		100 seed wt (g)		
80	29.77	29.63	34.13	31.18 } ± 0.42 **
100	35.87	37.63	37.90	37.13
Mean	32.82	33.63	36.02	interaction
(± S.E)		(±0.51)**		(±0.72)*
Sole groundnut		31.31		

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level.

ข้าวโพด (ทั้ง R และ D) เพิ่มขึ้น ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบความสัมพันธ์ร่วมระหว่าง R x D ในองค์ประกอบของจำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เม็ด อธิบายได้ว่าเมื่อระยะ D ห่างมากพอ การเพิ่มระยะ R ก็จะไม่มีผลทำให้องค์ประกอบผลผลิตทั้งสองเพิ่มขึ้น สำหรับต้นถั่วจากแปลง sole crop ให้ค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบของผลผลิตต่าง ๆ ดังกล่าวไม่แตกต่างจากต้นถั่วที่ปลูกร่วมกับข้าวโพดมากนัก ยกเว้นขนาดของเมล็ดซึ่งมีแนวโน้มให้ขนาดเล็กกว่า

Table 4. Height, dry matter and harvest index of groundnut in corn/groundnut intercrop.

Treatment R	Treatment D 40	60	80	Mean (±S.E)	
		Height (cm)			
80	59.6	58.0	59.3	58.97	(± 1.14)[NS]
100	60.9	57.0	59.0	58.97	
Mean	60.3	57.5	59.2	interaction	
(± S.E)		(± 1.40)[NS]		(± 1.98)[NS]	
Sole groundnut		52.3			
		Dry matter (g/hill)			
80	25.6	23.8	23.8	24.40	(± 0.43)[NS]
100	23.0	23.3	23.3	23.20	
Mean	24.34	23.55	23.55	interaction	
(± S.E)			(± 0.52)[NS]	(± 0.74)[NS]	
Sole groundnut			21.20		
		Harvest index			
80	0.19	0.22	0.33	0.247	(± 0.43)[NS]
100	0.36	0.43	0.44	0.412	
Mean	0.275	0.325	0.385	interaction	
(± S.E)		(±0.027)*		(±0.038)[NS]	

* Significant 5% level

Table 5. The percentage of light penetration beneath corn canopy in corn/ groundnut intercrop.

Treatments R	Treatments D	Light penetration (%)	
80	40	29.5	(70.5)
	60	28.2	(71.8)
	80	41.1	(58.9)
100	40	23.5	(76.5)
	60	32.7	(67.3)
	80	33.3	(66.7)
Sole corn :			
	40 x 25 cm	17.6	(82.4)
	60 x 25 cm	22.2	(77.8)
	80 x 25 cm	33.2	(66.8)

The values in the bracket are light interception.

พืชแล้วจะให้ค่า LER ต่ำและค่า LER ของถั่วลิสง (Lg) ต่ำกว่าของข้าวโพด (Lc) และ ค่า Lg ขึ้นอยู่กับค่า R และ D กล่าวคือเมื่อค่า R หรือ D เพิ่มขึ้น ค่า Lg จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ส่วนค่า Lc ไม่มีความแตกต่างกันมาก คืออยู่ระหว่าง 0.62 - 0.77

องค์ประกอบของผลผลิตของถั่วลิสง

องค์ประกอบของผลผลิตอันประกอบด้วยจำนวนฝัก/ หลุม จำนวนเมล็ด/ ฝักและน้ำหนัก 100 เมล็ด มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 3) ทุกองค์ประกอบของผลผลิตแสดงการตอบสนองต่อระยะปลูกของข้าวโพดที่คล้ายคลึงกันคือ จะมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เมื่อระยะระหว่างแถวของ

ความสูง น้ำหนักแห้ง และดัชนีเก็บเกี่ยว

ความสูง และน้ำหนักแห้งของถั่วลิสงที่ปลูกร่วมอยู่ในระหว่างแถวของข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 4) ต้นถั่วให้ความสูง และน้ำหนักแห้งโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 57.0 - 60.9 ซม. และ 23.0 -25.6 กรัม/ หลุม ตามลำดับส่วนความสูงและน้ำหนักแห้งจากแปลง Sole crop บันทึกได้ 52.3 ซม. และ 21.2 กรัม/ หลุม ตามลำดับ สำหรับค่าดัชนีเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 4) เพิ่มขึ้นเป็นลำดับอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระยะปลูก R และ D เพิ่มขึ้น ระยะปลูกข้าวโพดที่ D40 x R80 ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.19 และระยะปลูก D80 x R 100 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.44

การส่องผ่านของแสง

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณแสงเมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์ที่ส่องผ่านแถวข้าวโพดถึงต้นถั่วที่ปลูกอยู่ในระหว่างแถวของข้าวโพดแสดงให้เห็นว่าปริมาณแสงที่ส่องมาถึงต้นถั่วเพิ่มขึ้นเมื่อระยะปลูกของข้าวโพดทั้ง R และ D เพิ่มขึ้น นั่นหมายความว่าการบังแสงจากต้นข้าวโพดมีน้อยลงเมื่อระยะระหว่างแถวของข้าวโพดห่างขึ้น เมื่อพิจารณาถึงการส่องผ่านของแสงในข้าวโพดที่ปลูกลำพังอย่างเดียวของความหนาแน่นสูงสุด (40 x 25 ซม) จะมีการผ่านของแสงน้อยกว่าการปลูกในกรรมวิธีทั้งของ R และ D

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกแซมในระหว่างแถวของข้าวโพดขึ้นอยู่กับระยะห่างของแถวข้าวโพด กล่าวคือผลผลิตของถั่วจะลดลงตามระยะระหว่างแถวของข้าวโพดที่ลดลง ส่วนระยะแถวข้าวโพดไม่มีผลกระทบมากนัก แต่การเจริญทางลำต้นและใบเมื่อพิจารณาจากน้ำหนักแห้งและความสูง ไม่ได้รับผลกระทบจากระยะปลูกของข้าวโพด การที่ผลผลิตลดลงเป็นผลมาจากการบังแสงของต้นข้าวโพด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่ต้นถั่วกำลังมีการเจริญทางฝักหรือสะสมน้ำหนักเมล็ด (Grain filling) มีการบังแสงมากขึ้น (เปอร์เซนต์การผ่านของแสงถึงต้นถั่วลดลงใน ตารางที่ 5) จึงส่งผลให้ผลผลิตของถั่วยิ่งลดลง การเจริญหรือการสะสมน้ำหนักของผลหรือเมล็ดก็ตามขึ้นอยู่กับปริมาณสารอาหาร (Photosynthate) ที่สะสมไว้ส่วนหนึ่ง (โดยผ่านขบวนการ Remobilization) กับที่สังเคราะห์ได้ในระหว่างการเจริญของผลหรือเมล็ดในขณะนั้นอีกส่วนหนึ่ง และสารอาหารส่วนหลังนี้เองนับว่ามีบทบาทสำคัญต่อการเจริญหรือเพิ่มน้ำหนักของผล หรือเมล็ด ธัญญพืชหลายชนิดน้ำหนักเมล็ดขึ้นอยู่กับสารอาหารที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นในระหว่างการเจริญของเมล็ดมากกว่า 75% มีส่วนน้อยที่ได้รับจากการเคลื่อนย้ายมาจากที่ได้สะสมไว้เดิม (Murata and Matsushima,1975., Gardner *et al.*, 1985) ดังนั้นถ้ามีการบังแสงเกิดขึ้นหรือพืชได้รับแสงไม่เพียงพอในระหว่างการเจริญของเมล็ด จะทำให้ผลผลิตลดลงมาก โดยจะทำให้ขนาดหรือน้ำหนักของเมล็ดลดลงมากกว่าองค์ประกอบของผลผลิตอื่น ภายใต้สภาพการศึกษาทดลองครั้งนี้ อาจกล่าวได้ว่า การบังแสงของต้นข้าวโพดที่มีต่อถั่วลิสงจะเกิดขึ้นมากในระยะการเจริญของฝัก เพราะในระยะดังกล่าวนี้ต้นข้าวโพดได้เจริญเต็มที่พอดี ในการทดลองนี้ถึงแม้ไม่ได้มีการบันทึกการบังแสงที่เกิดขึ้นก่อนหน้าระยะนี้แต่เชื่อว่าการบังแสงคงมีไม่มาก เพราะพืชทั้งสองยังเล็กอยู่ประกอบกับได้ทำการปลูกถั่วก่อนข้าวโพดถึง 10 วัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าน้ำหนักวัตถุแห้ง และความสูงของต้นถั่วก่อนกรรมวิธีต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันมาก(ตารางที่ 4) เมื่อพิจารณาค่าดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสงจะพบว่ามีค่าลดลงเมื่อพืชถูกบังแสงมากขึ้น นั่นแสดงว่าพืชที่ถูกบังแสงมากจะมีอาหารส่งไปเลี้ยงฝัก หรือเมล็ดน้อยลง วิสุทธิพิทักษ์กุล และคณะ (2530) ก็ได้รายงานผลการปลูกถั่วลิสงร่วมกับการปลูกข้าวโพดที่จังหวัดเพชรบูรณ์ในทำนองเดียวกันคือ ถึงแม้จะปลูกถั่วลิสงก่อนการปลูกข้าวโพด 10 วันก็ตาม ผลผลิตก็ยังลดลงประมาณ 55% และผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับถ้าปลูกถั่วก่อนข้าวโพดนานวันมากขึ้น

สำหรับผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกร่วมอยู่กับถั่วลิสงจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะระหว่างแถวลดลง แต่ผลผลิตที่ได้ก็ยังต่ำกว่าการปลูกตามลำพังจากระยะปลูกที่ให้ผลผลิตสูงสุด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ก็คงเนื่องมาจากความแตกต่างกันเรื่องพื้นที่ใบในการรับแสง จะเห็นได้ว่าต้นข้าวโพดที่ปลูกร่วมกับถั่วและให้ผลผลิตสูงสุด รับแสงได้เพียงประมาณ 71% เปรียบเทียบกับ 82% จากการปลูกลำพังอย่างเดียว (ตารางที่ 5) แต่อย่างไรก็ตามพื้นที่ใบในระดับนี้ก็ยังต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมตามหลักการของ Brougham (1956) ที่กล่าวว่าพื้นที่ใบที่เหมาะสมหรือให้อัตราการเจริญสูงสุดควรจะรับแสงได้ประมาณ 95% และเมื่อพิจารณาผลผลิตของพืชทั้งสองรวมกันแล้วก็ยังต่ำกว่าผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกตามลำพัง แต่เมื่อวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพ หรือประโยชน์การใช้พื้นที่ดิน (LER) แล้วการปลูกพืชแซมจะได้ประโยชน์สูงกว่าการปลูกพืชใดพืชหนึ่งตามลำพัง

เอกสารอ้างอิง

วิสุทธิพิทักษ์กุล, ทรงเกียรติ., วีไลรัตน์, ปริญญา และ อึ้งวิเชียร, อิทธิฤทธิ์ (2530). การเปรียบเทียบผลผลิต และรายได้ของถั่วลิสง ถั่วเหลือง และข้าวโพด ในระบบการปลูกพืชเดี่ยวและพืชร่วมที่จังหวัดเพชรบูรณ์. รายงานการประชุมประจำปีครั้งที่ 1 โครงการ พัฒนาพืชน้ำมัน ณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 17 - 19 สิงหาคม 2530.

Buranaviriyakul, S., Sampet, C., Insomphun, S., and Limpiti, S., (1987). Relay and intercropping of ligumes and cereals for highland. Annual Report to USDA/ARS, Fac. of Agr. CMU.

Murata, Y. and Matsushima, S, (1975). In Crop Physiology. ed L. Evans London: Cambridge University Press.

Tiyawalee, D., Pattare, V., Sanmaneechai, M., Wivatvongvana, P., and Hengsawad, V., (1978). Legumes for highland. Final Report to USDA/ARS. Fac. of Agriculture, Chiang Mai Univ.

Willey, R.W. (1979). Intercropping - its importance and its research needs, part I. Competition and yield advantages. Filed Crop Abstracts 32 : 1 - 10.

วารสารเกษตร 5, 2: 115 - 122 (2532)
Journal of Agriculture 5, 2: 115 - 122 (1989)

ผลของการเก็บรักษา พันธุ์ และการใช้สารเคมีต่อคุณภาพของแกลดิโอลัส

ดนัย บุณยเกียรติ และ ยงยุทธ ข้ามสี่

EFFECT OF STORAGE TIME, VARIETIES AND CHEMICALS ON QUALITY OF CUT GLADIOLUS

Danai Boonyakiat and Yongyut Khamsee

ABSTRACT : Red Majesty, Friendship and Legend Gladiolus were stored at 5°C and 85 percent relative humidity. The inflorescences were then pulsed in the solution of 250 ppm 8 Hydroxyquinoline, 50 ppm $AgNO_3$, 300 ppm Aluminium Sulfate , 30 ppm Citric acid and 20 percent Sucrose for 24 hours. The results showed that four days storage did not impair the quality of inflorescences when compared with two days storage. Red Majesty, Friendship and Legend gladiolus showed similar quality and had vase life 9.11, 10.61 and 11.44 days respectively. The pulsing solution improved not only the quality but also increased vase life of inflorescences from 9.28 days to 11.50 days.

บทคัดย่อ: ดอกแกลดิโอลัสพันธุ์ Red Majesty, Friendship และ Legend เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5° เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซนต์ หลังจากนั้นจึงนำไปแช่ในสารละลายที่ประกอบด้วย 8 Hydroxyquinoline 250 ppm, $AgNO_3$ 50 ppm, Aluminium Sulfate 300 ppm, กรด Citric 30 ppm และน้ำตาล Sucrose 20 เปอร์เซนต์ นาน 24 ชั่วโมง ปรากฏว่า การเก็บรักษานาน 4 วัน ไม่ทำให้คุณภาพของดอกต่างจากการเก็บรักษานาน 2 วัน ดอกแกลดิโอลัสพันธุ์ Red Majesty,Friendship และ Legend มีอายุการปักแจกัน 9.11,10.61 และ 11.44 วัน ตามลำดับ สารละลายดังกล่าวนอกจากจะสามารถปรับปรุงคุณภาพของดอกให้ดีขึ้นแล้ว ยังเพิ่มอายุการปักแจกันจาก 9.28 วันเป็น 11.50 วันอีกด้วย

คำนำ

แกลดิโอลัสเป็นไม้ตัดดอกที่กำลังเพิ่มความสำคัญมากขึ้นในประเทศไทยเนื่องจากมีการนำไปใช้ในโอกาสต่างๆ มากขึ้น แหล่งผลิตแกลดิโอลัสในประเทศส่วนใหญ่จะอยู่ทางภาคเหนือตอนบนและเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ ขณะนี้มีผู้สั่งพันธุ์ต่าง ๆ จากต่างประเทศมาทดสอบความเป็นไปได้ในการผลิตเป็นไม้ตัดดอกเพื่อการค้าในประเทศไทยมากขึ้น ซึ่งแต่ละพันธุ์จะมีคุณภาพหลังการเก็บ

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002
Department of Horticulture ,Faculty of Agriculture , Chiang Mai University, Chiang Mai 50002

เกี่ยวแตกต่างกันไป ปัญหาทั่ว ๆ ไปที่พบหลังการเก็บเกี่ยวดอกแกลดิโอลัส คือ ดอกมักมีอายุการปักแจกันสั้น โดยดอกย่อยดอกล่างสุดจะเหี่ยวอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะดอกแกลดิโอลัสจะเริ่มบานจากดอกล่างสุดขึ้นมา การแช่ดอกแกลดิโอลัสในสารเคมีเพื่อเพิ่มคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวให้ดีขึ้น และมีอายุการปักแจกันนานขึ้นกว่าเดิม จึงเป็นเรื่องที่ควรจะกระทำ นอกจากนี้ยังทำให้ดอกย่อยมีขนาดเพิ่มขึ้น (บุณยเกียรติ และข้ามสี่,2531) และยังทำให้ดอกบานจนถึงดอกย่อยที่อยู่ปลายสุด โดยที่มีปริมาณดอกที่บานเต็มที่เพิ่มขึ้นด้วย (Boonyakiat *et al.*,1986) โดยทั่วไปการตัดดอกไม้สามารถตัดได้ในระยะการบานที่ต่างกัน สำหรับดอกแกลดิโอลัสนั้นจะตัดเมื่อดอกล่างสุดเริ่มเห็นสี (Reid, 1987) ซึ่งดอกเหล่านี้จะบานได้ตามปกติ แต่จะไม่บานจนถึงดอกปลายสุด ในการศึกษาหาระยะเวลาที่แช่ในสารเคมีนั้น พบว่าการแช่สารเคมีตั้งแต่ 12 ชั่วโมงขึ้นไปจะให้ผลดีเท่ากับการแช่นาน 24 ชั่วโมง (บุณยเกียรติ และข้ามสี่,2531)

ในการศึกษานี้เป็นการเปรียบเทียบคุณภาพ และอายุการปักแจกันของดอกแกลดิโอลัสพันธุ์ Red Majesty, Friendship และ Legend ซึ่งเป็นพันธุ์ที่โครงการหลวงได้สั่งเข้ามาจากประเทศออสเตรเลียเพื่อทำการทดสอบพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

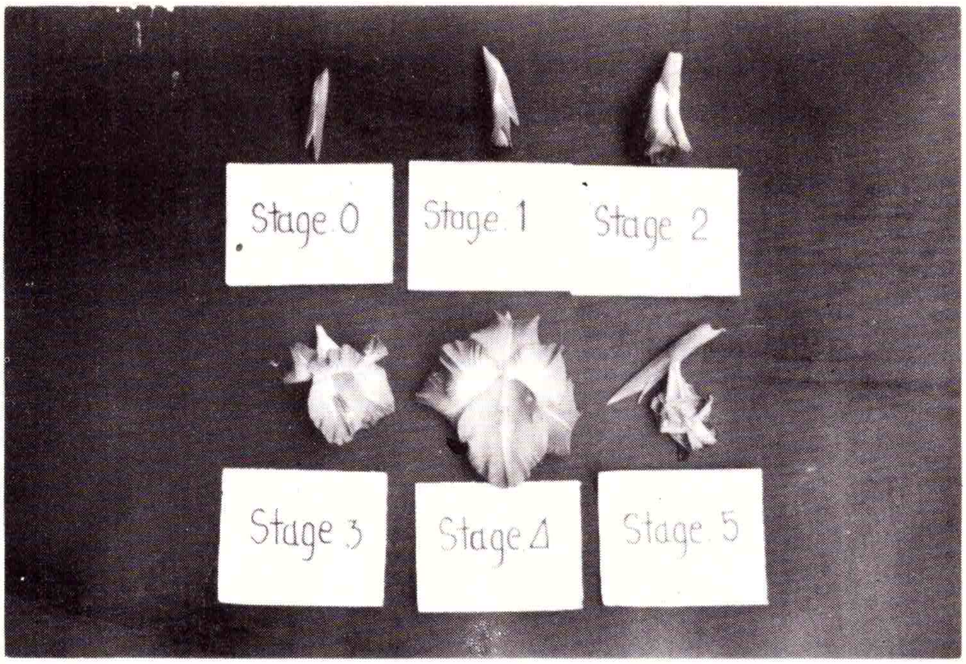
ดอกแกลดิโอลัสพันธุ์ Red Majesty, Friendship และ Legend ซึ่งมีขนาดช่อดอกยาว 60 เซนติเมตร มีจำนวนดอกย่อย 8 ดอก จากโครงการหลวงอินทนนท์ ซึ่งตัดในระยะที่ดอกล่างสุดเห็นสีของกลีบดอก โดยตัดในตอนเย็นและขนส่งโดยรถห้องเย็นมายังโรงคัดบรรจุของโครงการหลวง ในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ นำดอกแกลดิโอลัสดังกล่าวไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5° เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 2วัน และ 4 วัน หลังจากนั้นนำดอกแกลดิโอลัสแต่ละพันธุ์ แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งนำไปแช่ในสารเคมีซึ่งประกอบด้วย 8 Hydroxyquinoline 250 ppm, $AgNO_3$ 50 ppm, Aluminium Sulfate 300 ppm, กรดCitric 30 ppm และน้ำตาล Sucrose 20 เปอร์เซนต์ โดยให้สารเคมีดังกล่าวสูงท่วมก้านช่อดอกประมาณ 3 นิ้ว แช่ไว้นาน 24 ชั่วโมง แล้วจึงย้ายไปปักในแจกันปากกว้างขนาด 1 ลิตร ส่วนดอกแกลดิโอลัสอีกส่วนหนึ่งนั้น นำไปปักแช่น้ำธรรมดาในแจกันปากกว้างขนาด 1 ลิตรโดยตรง สภาพแวดล้อมของห้องที่ใช้ทดลองมีอุณหภูมิเฉลี่ย 18-25° เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 68-80 เปอร์เซนต์

การวางแผนการทดลองเป็นแบบ split split plot โดยมีระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาเป็น Main plot พันธุ์เป็น Sub plot แต่ละวิธีการใช้สารเคมีเป็น sub sub plot แต่ละวิธีการทำ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยดอกแกลดิโอลัส 3 ช่อดอก

การบันทึกผลการทดลอง บันทึกจากการตรวจสอบเปอร์เซนต์การบานของดอกย่อยในแต่ละระยะซึ่งแบ่งเป็น 6 ระยะ คือ ระยะที่ 0 ไม่เห็นกลีบดอก ระยะที่ 1 เห็นกลีบดอก 1 เซนติเมตร ระยะที่ 2 เห็นกลีบดอก 3 เซนติเมตร ระยะที่ 3 กลีบดอกบาน 50 เปอร์เซนต์ ระยะที่

4 กลีบดอกบาน 100 เปอร์เซนต์ และระยะที่ 5 ดอกเหี่ยว (ภาพที่ 1) และตรวจสอบขนาดของดอกย่อยในระยะที่ 4 และอายุการปักแจกันของช่อดอก โดยใช้มาตรฐานว่าเมื่อดอกย่อยเหี่ยวครึ่งหนึ่งของดอกย่อยที่บานทั้งหมดในแต่ละช่อ ถือว่าหมดอายุการปักแจกัน

Figure 1. Stage of open of gladiolus spikelet variety Legend.



ผลการทดลอง

จำนวนของดอกตูมระยะที่ 0 ที่ตรวจพบในการเก็บรักษานาน 2 วันและ 4 วันและแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้สารเคมีทำให้ปริมาณของดอกระยะที่ 0 ลดลงจาก 33.39 เปอร์เซนต์ เป็น 17.44 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 1) จำนวนของดอกในระยะที่ 1 , 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการเก็บรักษา พันธุ์ และการใช้สารเคมี จำนวนของดอกย่อยในระยะที่ 4 หรือระยะที่ดอกบานเต็มที่ พบว่าการใช้สารเคมีจะเพิ่มปริมาณของดอกในระยะนี้จาก 16.94 เปอร์เซนต์ เป็น 35.49 เปอร์เซนต์ ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณดอกที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาถึงขนาดของดอก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของขนาดของดอกในแต่ละระยะเวลาของการเก็บรักษาหรือในแต่ละพันธุ์ แต่สารเคมีทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางของดอกย่อยเพิ่มจาก 9.25 เปอร์เซนต์เป็น 10.98 เปอร์เซนต์ และน้ำหนักสดของดอกย่อยเพิ่มจาก 2.02 กรัมเป็น 4.62 กรัม (ตารางที่ 2)

สำหรับอายุการปักแจกันของดอกแกลดิโอลัสที่เก็บรักษาไว้ 2 วัน และ 4 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบอายุการปักแจกันระหว่างพันธุ์ต่าง ๆ ปรากฏว่า พันธุ์ Red Majesty, Friendship และ Legend มีอายุการปักแจกันเป็น 9.1 10.6 และ 11.4 วัน ตามลำดับ ซึ่งอายุการปักแจกันของดอกแกลดิโอลัสพันธุ์ Red Majesty แตกต่างกับพันธุ์ Legend อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนสารเคมีจะเพิ่มอายุการปักแจกัน ของดอกจาก 9.28 วันเป็น 11.50 วัน (ตารางที่ 2)

Figure 2. Comparison of Legend (Z), Friendship (Y) and Red Majesty (X) gladiolus with pulsing solution ($Z_2 X_2 Y_2$) and water ($Z_1X_1Y_1$)

1 Water
2 Chemical

x Red Magesty
y Friendship
z Legend

วิจารณ์ผลการทดลอง

แกลดิโอลัสเป็นไม้ตัดดอกที่สามารถเก็บรักษาได้ประมาณ 6-8 วัน ที่อุณหภูมิ 1° เซลเซียส แต่บางพันธุ์อาจจะแสดงอาการสะท้านหนาว (Chilling Injury) ได้เมื่อเก็บรักษานานเกินไป จะทำให้ดอกไม่บานหรือบานไม่เต็มที่ (Lutz and Hardenburg, 1977) ดังนั้นในบางท้องที่จึงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7° เซลเซียส ซึ่งจะทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง (Reid, 1987) ในการทดลองนี้เปรียบเทียบการเก็บรักษาช่อดอกไว้ 2 วันและ 4 วัน ที่อุณหภูมิ 5° เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซนต์ พบว่าไม่มีความแตกต่างของคุณภาพดอกและอายุการปักแจกันในการเก็บรักษา 2 วัน และ 4 วัน ซึ่งอาจจะเกิดเนื่องจากอุณหภูมิในระหว่างการทดลองของห้องปฏิบัติ

Table 1. Effect of storage time,varieties and chemical on percent of various stage of spikelet of gladiolus inflorescence.

	Percent of spikelet					
Stage	0	1	2	3	4	5
Storage time :						
2 days	22.29^{a}	11.12^{a}	9.66^{a}	17.46^{a}	24.74^{a}	14.74^{a}
4 days	28.34^{a}	14.92^{a}	8.61^{a}	14.43^{a}	23.68^{a}	10.14^{a}
Variety :						
Red Majesty	22.42^{a}	16.98^{a}	5.23^{a}	12.73^{a}	27.03^{a}	16.93^{a}
Friendship	27.63^{a}	15.90^{a}	7.33^{a}	11.69^{a}	25.59^{a}	13.02^{ab}
Legend	30.20^{a}	12.18^{a}	14.84^{a}	11.41^{a}	26.01^{a}	3.37^{b}
Chemicals	17.44^{a}	14.09^{a}	10.33^{a}	10.32^{a}	35.84^{a}	16.69^{a}
Water	33.39^{b}	15.05^{a}	7.94^{a}	13.57^{a}	16.94^{b}	8.19^{a}

column means with different lettering are significantly different.

Stage 0 = Calyx covers petal

Stage 1 = 1 centimeter petal

Stage 2 = 3 centimeter petal

Stage 3 = 50% open

Stage 4 = 100% open

Stage 5 = Senescence

การค่อนข้างต่ำ (เฉลี่ย 18-25° เซลเซียส) ทำให้ดอกไม้มีอายุการปักแจกันนานขึ้น อีกทั้งไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ อายุการปักแจกันของดอกไม้นั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และแสงสว่าง (Halevy and Mayak, 1981)

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า ผลิตผลต่างพันธุ์กันจะมีคุณภาพต่างกัน ซึ่งทั้งนี้รวมถึงไม้ตัดดอกด้วย ไม้ตัดดอกชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กัน จะมีความแตกต่างกันในแง่อายุการเก็บรักษา และอายุการปักแจกัน ตลอดจนขนาดของดอก ในการศึกษาดอกกุหลาบพบว่า เนื้อเยื่อของดอก คือ

Table 2. Effect of storage time, varieties and chemicals on size of spikelet at stage 4 and vase life of gladiolus inflorescence.

	Size		Vase Life (day)
	Diameter (cm.)	Fresh Weight (g)	
Storage time :			
2 days	10.28^{a}	3.15^{a}	9.82^{a}
4 days	9.95^{a}	3.48^{a}	10.50^{a}
Variety :			
Red Majesty	9.92^{a}	3.16^{a}	9.11^{a}
Friendship	10.14^{a}	3.09^{a}	10.61^{ab}
Legend	10.28^{a}	3.71^{a}	11.44^{b}
Chemicals	10.98^{a}	4.62^{a}	11.50^{a}
Water	9.26^{b}	2.02^{b}	9.28^{b}

Column means with different lettering are significantly different.

ส่วนสำคัญที่ทำให้อายุการเก็บรักษาและปักแจกันต่างกัน (Halevy and Mayak, 1979) ในการศึกษานี้ ใช้แกลดิโอลัส 3 พันธุ์ ซึ่งเป็นพันธุ์ใหม่ที่โครงการหลวงต้องการทดสอบความเป็นไปได้ในการใช้เป็นไม้ตัดดอกเพื่อการค้าในประเทศไทย ปรากฏว่าคุณภาพทางด้านขนาดและน้ำหนักสดของดอกย่อยของดอกแกลดิโอลัสทั้ง 3 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่เปอร์เซนต์ของดอกเหี่ยว (ระยะที่ 5) ของพันธุ์ Red Majesty มีมากกว่าพันธุ์ Friendship และ พันธุ์ Legend แต่เมื่อพิจารณาถึงอายุการปักแจกันของดอกแกลดิโอลัสพันธุ์ Red Majesty แล้ว พบว่ามีอายุสั้นกว่าพันธุ์ Legend

ดอกแกลดิโอลัส เป็นไม้ตัดดอกที่ตัดตั้งแต่ดอกยังตูมมาก การใช้สารเคมีแช่ค้างคืนตั้งแต่

12 ชั่วโมงขึ้นไป จะช่วยทำให้ดอกมีขนาดใหญ่ขึ้นและคุณภาพอื่น ๆ ดีขึ้นด้วย (บุณยเกียรติ และข้ามสี่, 2531) ดอกแกลดิโอลัสจะตอบสนองต่อน้ำตาล Sucrose ในอัตราสูงถึง 20 เปอร์เซนต์ โดยอาจจะผสมสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ 8 Hydroxyquinoline ลงไปด้วย ซึ่งจะช่วยลดการอุดตันของท่อน้ำจากแบคทีเรียและจากสรีระของพืชเอง ในการทดลองนี้ ใช้ $AgNO_3$ ผสมเพื่อวัตถุประสงค์ในการลดการทำงานของก๊าซเอทธิลีนซึ่งจะเร่งการโรยของดอกไม้ ส่วนกรด Citric ทำหน้าที่เพิ่มความเป็นกรดของสารละลาย ซึ่งจะช่วยให้การดูดน้ำขึ้นสู่ดอกดีขึ้นและช่วยลดปริมาณของแบคทีเรียในสารละลายได้ด้วย ส่วน Aluminium sulfate นั้น ช่วยทำให้ pH ของเนื้อเยื่อกลีบดอกลดลงและทำให้รงควัตถุ Anthocyanins ในกลีบดอกไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งจะส่งผลให้สีของกลีบดอกคงเดิมอยู่ได้ ส่วนน้ำตาล Sucrose นั้นทำหน้าที่เป็นอาหารทดแทนอาหารสะสมที่ถูกใช้ไปในระหว่างการหายใจ และยังเพิ่มความดัน Osmotic ของกลีบดอก ทำให้มีความสามารถในการดูดน้ำมายังกลีบดอก ทำให้กลีบดอกเต่งตึงและสภาวะน้ำในกลีบดอกเกิดความสมดุลย์ (Halevy and Mayak, 1981)

จากผลการทดลองจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า การใช้สารเคมีช่วยทำให้เปอร์เซนต์ของดอกที่บานเต็มที่ (ระยะที่ 4) เพิ่มขึ้น(ภาพที่ 2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและน้ำหนักสดของดอกย่อยเพิ่มขึ้น และยังช่วยทำให้อายุการปักแจกันยาวนานขึ้นอีกด้วย การใช้สารเคมีดังกล่าวข้างต้น จึงมีประโยชน์ต่อคุณภาพของดอกแกลดิโอลัสเป็นอย่างยิ่ง การใช้สารเคมีดังกล่าว ควรปฏิบัติในระดับร้านจำหน่ายดอกไม้ เพราะถ้าหากปฏิบัติทันทีหลังการเก็บเกี่ยวจะทำให้ดอกเริ่มบาน ซึ่งจะขนส่งลำบากและสิ้นเปลืองเนื้อที่ในการบรรจุหีบห่อ

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองนี้จึงอาจสรุปได้ว่า การเก็บรักษาดอกแกลดิโอลัส 2 และ 4 วัน ที่อุณหภูมิ 5° เซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซนต์ มีผลต่อคุณภาพของดอกใกล้เคียงกันมาก แต่ดอกแกลดิโอลัส พันธุ์ Red Majesty มีอายุการปักแจกันสั้นกว่าพันธุ์อื่น ๆ ส่วนการใช้สารเคมีแช่ช่อดอกเป็นสิ่งจำเป็นต่อคุณภาพของดอก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทดลองขอขอบคุณโครงการหลวง ซึ่งอนุญาตให้ใช้ห้องเย็น และภาชนะบรรจุ และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นันทิยา วรรธนภูติ ที่ได้จัดดอกไม้เพื่อการทดลองจากโครงการผลิตและปรับปรุงแกลดิโอลัส

เอกสารอ้างอิง

บุณยเกียรติ, ดนัย., ข้ามสี่, ยงยุทธ, (2531). การใช้สารเคมีในการปรับปรุงคุณภาพในการปักแจกันของดอกแกลดิโอลัส เบญจมาศ และเยอบีรา : เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่องเครื่องมือและเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 165-172.

Boonyakiat, D., Smitamana, P. and Smitamana, P. (1986). Post-harvest Handling of Highland Produce to Develop Economically Viable Crops to Replace Opium Based Agriculture. Fac. of Agriculture, Chiang Mai University. 23 pp.

Halevy, A.H. and Mayak, S. (1979). Senescence and Postharvest Physiology of Cut Flowers, Part 1. Hort. Rev. 1 : 204-236.

Halevy, A.H. and Mayak, S. (1981). Senescence and Postharvest Physiology of Cut Flowers, Part II. Hort. Rev. V. 3 : 59-143.

Lutz, J.M. and Hardenburg, R.E. (1977). The Commercial Storage of Fruits, Vegetable, Florist and Nursery Stocks. USDA. Agri. handbook 66. 94 pp.

Reid, M.S. and Lukaszewski, T.A. (1987). Postharvest Care and Handling of Cut Flowers. (In Press.)

วารสารเกษตร 5, 2: 123 - 135 (2532)
Journal of Agriculture 5, 2: 123 - 135 (1989)

การผลิตพันธุ์เบญจมาศปลอดเชื้อโดยการใช้ความร้อนร่วมกับการเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญ

ปัจฉิมา สมิตะมาน ประสาทพร สมิตะมาน และ ปัญญาศรี ธน.ศานติ

PRODUCTION OF VIRUS-FREE CHRYSANTHEMUM BY USING THE COMBINATION OF HEAT TREATMENT AND MERISTEM CULTURE

Pajchima Smitamana, Prasartporn Smitamana and Panyasri Thanasanti

ABSTRACT:Chrysanthemum *(Chrysanthemum morifolium)* cv. Seiko-no-hana, which showed mosaic, mottle, veinal chlorosis, flower distortion and irregular blooming symptoms from the virus infection, were kept at 37 ± 2 C. for 1, 2, 3, 4, 5, and 6 weeks respectively before the meristems were cut and cultured on the modified Murashige and Skoog medium (1962) containing 0.4 ppm BAP and 0.05 ppm IAA. Plantlets about 3-4 cm. size with good root system were transferred in the sterilized soil mixture and tested for the viruses by using both indicator plants *(Chenopodium amaranticolor* and *Nicotiana glutinosa)* and electronmicroscopy. Chrysanthemum Virus B and other virus which could not yet be clearly identified as Tomato Aspermy Virus were found.

บทคัดย่อ: ได้นำเบญจมาศ *(Chrysanthemum morifolium)* พันธุ์ Seiko-no-hana ที่แสดงอาการเนื่องจากเชื้อไวรัสในรูป อาการใบด่าง ใบด่างอย่างอ่อน เส้นใบเหลือง กลีบดอกบิด และการคลี่บานของกลีบดอกไม่สม่ำเสมอมาทดลองเลี้ยงที่ระดับอุณหภูมิ 37 ± 2 ° C. เป็นเวลา 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 อาทิตย์ เปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงที่ระดับอุณหภูมิปกติก่อนที่จะนำมาตัดเนื้อเยื่อเจริญ แล้วเลี้ยงบนอาหารสูตรที่ดัดแปลงจากของ Murashige and Skoog (1962) โดยใช้ BAP 0.4 ppm และ IAA 0.05 ppm หลังจากที่ต้นเบญจมาศเจริญจนมีขนาด 3-4 ซม. และมีระบบรากแข็งแรงแล้วนำมาย้ายปลูกในเครื่องปลูกที่ฆ่าเชื้อ เพื่อทดสอบหาไวรัส พบว่าเบญจมาศที่ได้จากกลุ่มที่เลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิสูงติดต่อกันถึง 6 อาทิตย์จะปลอดจากเชื้อไวรัส นอกจากนี้ยังพบว่าการเจริญของต้นที่ปลอดเชื้อและขนาดความยาวของก้านดอกจะแตกต่างกับต้นที่มีเชื้อไวรัสอย่างเห็นได้ชัด และจากการทดสอบบนพืชทดสอบ *(Chenopodium amaranticolor* and *Nicotiana glutinosa)* ตลอดจนรูปร่างของไวรัสที่ได้จากการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อีเล็คตรอนสามารถสรุปได้ว่า ไวรัสสาเหตุของโรคเบญจมาศในกลุ่มที่ศึกษาครั้งนี้เป็น Chrysanthemum Virus B กับไวรัสอีกชนิดหนึ่งที่ยังไม่อาจสรุปได้แน่ชัดว่าเป็น Tomato Aspermy Virus หรือไม่

ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002
Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture,
Chiang Mai University, Chiang Mai 50002

คำนำ

เบญจมาศ *(Chrysanthemum morifolium)* เป็นไม้ประดับที่อาจจัดอยู่ในกลุ่มของไม้ตัดดอก หรือ ไม้กระถาง ที่มีความสำคัญมากในแง่ของเศรษฐกิจ และมีบทบาทต่ออุตสาหกรรมการปลูกไม้ดอกอย่างมาก โดยเฉพาะประเทศในกลุ่มยุโรป และอเมริกา สำหรับประเทศไทยได้มีการนำเข้าพันธุ์เบญจมาศจากแหล่งต่างๆ มาเพื่อทดลองปลูกทั้งจากประเทศเนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น และไต้หวัน โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะหาพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย เพื่อที่จะส่งเสริมให้ปลูกในรูปของการค้าต่อไป ภาคเหนือของประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดเชียงใหม่ เป็นแหล่งปลูกที่สำคัญที่สุดของเบญจมาศ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพอากาศที่เย็นในช่วงฤดูหนาวทำให้ได้ดอกที่มีคุณภาพสูงทัดเทียมกับดอกที่นำเข้าจากต่างประเทศ

เบญจมาศเป็นไม้ดอกที่สามารถขยายพันธุ์ได้ง่ายโดยวิธีการตัดยอด หรือ หน่อ มาปักชำ ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะเป็นวิธีการที่ช่วยให้การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสจากต้นแม่ไปยังต้นใหม่ได้อย่างดี นอกจากนี้เชื้อไวรัสยังมีเพลี้ยอ่อนเป็นพาหะอีกด้วย จึงทำให้การระบาดของโรคเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและในเปอร์เซ็นต์ที่สูงมาก ทำให้ได้ต้นที่อ่อนแอ มีผลผลิตและคุณภาพของดอกต่ำกว่ามาตรฐาน และที่สำคัญพันธุ์จะโทรมเร็วกว่าต้นปกติ

การผลิตเบญจมาศปลอดโรคโดยการเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญบนอาหารสังเคราะห์ ประสบความสำเร็จค่อนข้างสูงในประเทศที่ปลูก และส่งออกเบญจมาศ เช่น ประเทศเนเธอร์แลนด์ (Moldgate, 1977) โดยพบว่าวิธีการดังกล่าวสามารถที่จะกำจัด Chrysanthemum Virus B ที่ทำให้ต้นอ่อนแอ มีขีดสีน้ำตาลที่กลีบดอก ทำให้ดอกมีคุณภาพต่ำจนไม่เป็นที่ยอมรับของตลาด (Brierley, 1955) อย่างไรก็ตาม ในบางครั้งต้นที่เป็นโรคอาจไม่แสดงอาการให้เห็นเด่นชัดนัก อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะต่อการแสดงอาการ การที่จะเพิ่มโอกาสให้ได้ต้นที่ปลอดจาก Chrysanthemum Virus B โดยการเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญนี้ อาจทำได้โดยการเพาะเลี้ยงพืชที่อุณหภูมิสูงก่อนที่จะนำมาตัดเนื้อเยื่อเจริญประมาณ 2 ถึง 8 เดือน (Brierley and Lorenty, 1960., Hakkart and Quak, 1964., Asatani, 1972) แต่เมื่อนำวิธีการเช่นเดียวกันมาใช้กับ Chrysanthemum Stunt Virus พบว่าไม่สามารถที่จะกำจัดเชื้อได้ (Hollings *et al.*, 1962) ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อสาเหตุดังกล่าวได้รับการพิสูจน์ในภายหลังว่าเป็นเชื้อไวรอยด์ที่สามารถทวีจำนวนได้ดีในพืชที่เก็บไว้ในอุณหภูมิสูง สำหรับเชื้อ Tomato Aspermy Virus ที่เป็นเชื้อสาเหตุอีกอย่างหนึ่งของเบญจมาศนั้น Asatani (1972) รายงานว่ากำจัดได้โดยการเพาะเลี้ยงพืชที่ $38 \pm 2^{\circ}$ C. เป็นเวลา 8 อาทิตย์ก่อนที่จะนำมาตัดเนื้อเยื่อเจริญ

ลักษณะของไวรัสที่เข้าทำลายเบญจมาศเท่าที่พบมีไม่ต่ำกว่า 3 ชนิด และเมื่อแบ่งตามรูปร่างของอนุภาค จะแยกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ Chrysanthemum Virus B มีรูปร่างเป็นแท่งตรงยาวประมาณ 685 nm. (Hollings and Stone, 1971) และ อีกกลุ่มหนึ่งเป็นพวกที่มีรูปร่างกลม

มี 2 ชนิด คือ Cucumber Mosaic Virus และ Tomato Aspermy Virus โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคประมาณ 28 และ 30 nm. ตามลำดับ (Gibbs, 1979., Hollings and Stone, 1972)

อาการที่พบบนต้นเบญจมาศจะแตกต่างกันตามพันธุ์ที่ใช้ปลูก และชนิดของไวรัสที่เข้าทำลาย อย่างไรก็ตามพบว่าอาการที่เกิดจาก Chrysanthemum Virus B จะให้อาการที่ส่วนของเส้นใบจะมีลักษณะเหลืองใสกว่าปกติ (Vein clearing) ดอกมีขนาดเล็ก ดอกบิดเบี้ยวและการคลี่บานของดอกไม่สม่ำเสมอ และอาจพบอาการขีดสีน้ำตาลที่กลีบดอกได้อีกด้วย (Hollings and Stone, 1972) สำหรับ Tomato Aspermy Virus และ Cucumber Mosaic Virus ให้อาการคล้ายคลึงกัน คือ อาการใบด่างทั้งชนิดที่เป็นด่างแบบทั่วไป (Mosaic) และด่างอย่างอ่อน (Mottling) สำหรับ Cucumber Mosaic Virus ยังพบว่าอาจทำให้เบญจมาศที่อ่อนแอมากต่อการเข้าทำลายของเชื้อ มีสีดอกเปลี่ยนไปจากเดิมได้อีกด้วย

การศึกษาครั้งนี้นอกจากจะมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาหาสาเหตุของโรคที่พบในประเทศไทยแล้ว ยังต้องการที่จะผลิตต้นพันธุ์เบญจมาศที่ปลอดโรคไวรัส โดยใช้วิธีการเลี้ยงต้นในอุณหภูมิสูงร่วมกับการเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญบนอาหารสังเคราะห์ เพื่อที่จะนำต้นปลอดโรคที่ได้มาใช้ในการส่งเสริมและสนับสนุนอุตสาหกรรมไม้ตัดดอกและช่วยให้กสิกรมีต้นแม่พันธุ์ที่มีคุณภาพที่จะใช้ในการขยายพันธุ์ต่อไปอีกด้วย

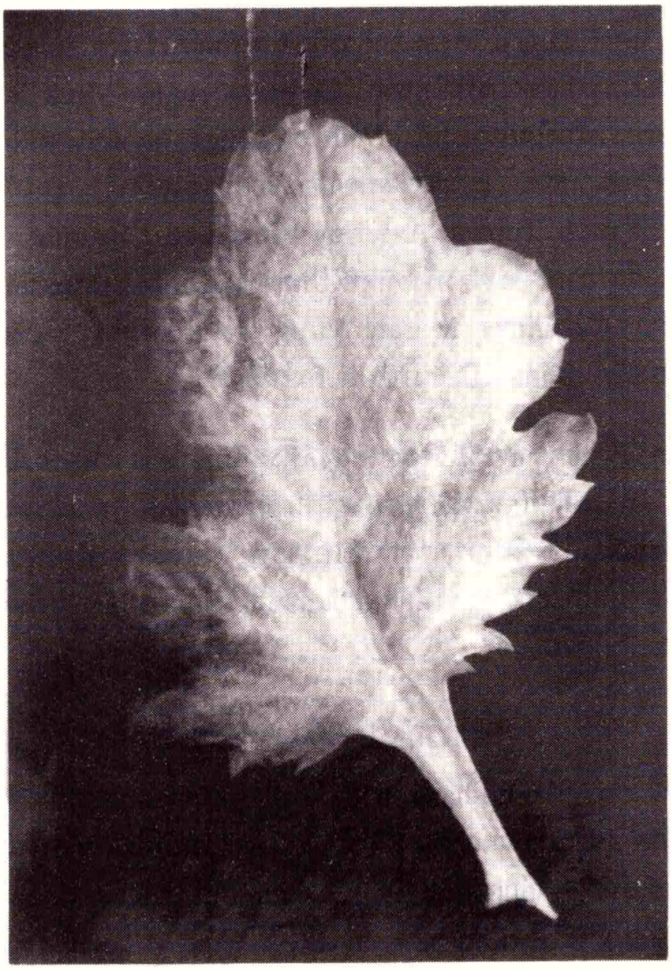
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เบญจมาศพันธุ์ Seiko-no-hana อายุ 1 เดือนที่มีขนาดของต้นใกล้เคียงกัน และแสดงอาการใบด่างทั้งชนิดด่างอย่างอ่อนและด่างทั่วไป และอาการเส้นใบเหลือง (ภาพที่ 1) ที่แยกปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว นำมาเลี้ยงในสภาพอุณหภูมิ 37 $\pm$ 2° C. ให้แสงวันละ 16 ชั่วโมงโดยใช้หลอด Gro-lux ขนาด 40 Watt ปรับให้ความสูงของหลอดอยู่ห่างจากยอดเบญจมาศที่สูงที่สุดประมาณ 9 นิ้ว ให้น้ำวันละ 2 ครั้งในช่วงเช้าและเย็น และเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของส่วนหน่อให้เป็นไปได้อย่างดี จะให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตทุก 2 อาทิตย์โดยการละลายน้ำรด

การเก็บเบญจมาศเพื่อนำมาตัดเนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็น 6 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มเก็บเฉพาะส่วนของหน่อที่แตกมาหลังจากที่เลี้ยงในสภาพที่กล่าวข้างต้นทุกๆ 1, 2, 3, 4, 5, และ 6 อาทิตย์ตามลำดับ สำหรับต้นที่ใช้ในการเปรียบเทียบจะปลูกภายในสภาพโรงเรือนปกติที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 22 $\pm$ 3° C. และจัดสภาพแวดล้อมต่างๆ ให้เหมือนกับต้นที่เลี้ยงที่อุณหภูมิสูง

การเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญของเบญจมาศเริ่มจากการทำการตัดแต่งให้มีขนาดพอเหมาะโดยตัดใบด้านข้างออกจนเหลือเฉพาะส่วนยอด แล้วทำความสะอาดส่วนของหน่อที่เก็บมา โดยล้างด้วยน้ำกรองที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว หลังจากนั้นนำมาเขย่าใน Clorox 10% ที่ผสม Tween 20

Figure 1. Veinal chlorosis, one of the symptoms on the virus infected chrysanthemum leaf.

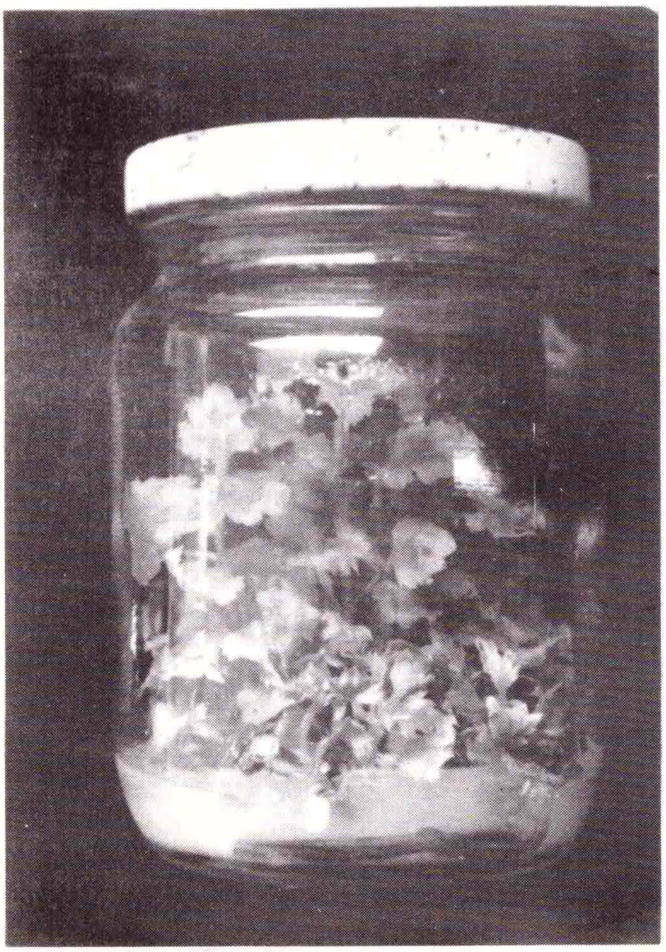


เล็กน้อย อีก 10-15 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 3-4 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลา 5 นาที เพื่อที่จะล้าง Clorox ออกให้หมด ตัดเนื้อเยื่อเจริญที่มีขนาด 0.3-0.5 มม. โดยใช้มีดเบอร์ 11 แล้วเลี้ยงบนอาหารสูตรดัดแปลงจากของ Murashige and Skoog (1962) ที่ผสม 6 Benzyl aminopurine (BAP) 0.4 ppm และ Indoleacetic acid (IAA) 0.05 ppm ในแต่ละซ้ำจะใช้เนื้อเยื่อเจริญจำนวน 12 ชิ้น แยกเลี้ยงในหลอดทดสอบแต่ละหลอด เก็บในที่มืดเป็นเวลา 7 วัน ก่อนที่จะนำมาเลี้ยงในสภาพที่ให้แสงวันละ 16 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 25 ± 2° C.

Figure 2. Chrysanthemum shoot showing mosaic and mottling symptom before the heat treatment.

หลังจากต้นอ่อนที่เจริญจากเนื้อเยื่อเจริญมีอายุ 3-5 อาทิตย์ จะเปลี่ยนอาหารใหม่ที่บรรจุในขวดแยม เพื่อให้การเจริญเติบโตของต้นเป็นไปได้ดี และมีใบที่คลี่รับแสงได้เต็มที่ ไม่ซ้อนกันเช่นที่เลี้ยงในหลอดทดสอบ ในระหว่างการเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณต้นที่จะใช้ในการทดลอง จะตัดหน่อที่ได้จากการแตกทางด้านข้างของต้นที่เลี้ยงบนอาหารมาเลี้ยงเพิ่มเติมด้วย

Figure 3. Healthy chrysanthemum plantlets derived from the **meristem-tip culture, after heat** treatment at 37± 2 °C. for 6 weeks, on modified **Murashige and Skoog (1962) medium.**



การย้ายต้นออกปลูกทำเมื่อต้นเบญจมาศสูงประมาณ 3-4 ซม. และมีระบบรากที่แข็งแรง ปลูกในวัสดุปลูกที่ได้จากส่วนผสมของทราย : ขี้เถ้าแกลบ ในอัตรา 1 : 1 อบฆ่าเชื้อที่ 121° C. เป็นเวลา 30 นาที เก็บในสภาพที่มีความชื้นสูง หลังจากต้นกล้าแข็งแรงดีแล้ว ย้ายปลูกในแปลง โดยแยกปลูกเป็นกลุ่มตามกลุ่มของระยะเวลาที่เลี้ยงพืชในอุณหภูมิสูง วัดความสูงของพืชในแต่ละกลุ่มทุก 2 อาทิตย์ เปรียบเทียบกับหน่อที่ได้จากต้นแม่ที่มีเชื้อไวรัส

หลังจากเบญจมาศออกดอก วัดความยาวของก้านดอก โดยวัดจากส่วนโคนดอกถึงปลายกิ่ง และวัดทุกๆ 2 อาทิตย์หลังจากเริ่มสร้างดอกจนถึงช่วงที่ดอกเริ่มบาน ส่วนการศึกษาอายุการเก็บของดอกนั้น จะตัดดอกที่เริ่มบานให้มีขนาดความยาวของก้านดอก 6 นิ้ว แช่ในน้ำสะอาด และเปลี่ยนน้ำที่ใช้แช่ทุกวันจนกว่าดอกจะเริ่มโรย

การทดสอบหาเชื้อไวรัสและการจำแนกชนิดของไวรัส ใช้วิธีการปลูกเชื้อบนพืชทดสอบ 2 ชนิดคือ *Chenopodium amaranticolor* และใบยาสูบใบเล็ก *(Nicotiana glutinosa)* โดยบดตัวอย่างพืชที่ต้องการทดสอบในโกร่งที่แช่เย็นจัด และใช้ 1/15 M phosphate buffer, pH 7 ในอัตราส่วน น้ำหนักพืช : buffer = 1:10 หลังจากบดพืชจนละเอียดแล้ว นำมากรองผ่านผ้าขาวบาง และนำน้ำที่กรองได้มาทาบนใบพืชที่โรยผง Carborundum ขนาด 600 mesh ล้างใบพืชด้วยน้ำสะอาดหลังจากปลูกเชื้อแล้วประมาณ 2 นาที แล้วเก็บพืชไว้ในที่ร่มประมาณ 12 ชั่วโมงก่อนที่จะนำไปเก็บในโรงเพาะชำ

การศึกษาขนาดและอนุภาคของไวรัสใช้ Brandes' dip technique และใช้ Carbon coated grids ย้อมด้วย Potassium phosphotungstate 2% การวัดขนาดอนุภาคใช้วิธีคำนวณจากภาพขยายและกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์อีเล็คตรอน

ผลการทดลอง

ต้นเบญจมาศที่เก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิสูงจะมีการเจริญเติบโตแตกต่างจากต้นเปรียบเทียบที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิปกติอย่างเห็นได้ชัด โดยจะสังเกตได้ตั้งแต่ช่วงเวลา 2 อาทิตย์ขึ้นไป ส่วนของใบมีสีเขียวเข้มมากขึ้น มีการแตกตาข้างมากกว่าต้นเปรียบเทียบ อาการด่างของใบจะเริ่มเลือนลงไปบ้าง แต่ในส่วนยอดยังคงมีอาการใบด่างอย่างอ่อน (ภาพที่ 2) อาการใบด่างนี้จะจางลงไปพร้อมกับสีของใบที่เขียวเข้มมากขึ้นตามระยะเวลาที่เลี้ยงในที่อุณหภูมิสูง ในช่วงต้นของอาทิตย์ที่ 5 อาการใบด่างนี้จะเริ่มหายไปจนไม่พบเลยในอาทิตย์ที่ 6 ลักษณะที่เด่นอีกอย่างหนึ่งของเบญจมาศที่เก็บในสภาพที่ใช้ทดลองนี้คือ ส่วนของหูใบมีขนาดใหญ่ขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

เนื้อเยื่อเจริญที่ได้จากส่วนของตาข้างและหน่อใหม่ของเบญจมาศที่เก็บในสภาพทดลองทุกกลุ่ม เมื่อนำมาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์จะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกัน สามารถเจริญเติบโตได้อย่างดี (ภาพที่ 3) มีระบบรากที่แข็งแรง และรอดได้ถึง 100% เมื่อย้ายปลูกในกระบะชำและในแปลงตามลำดับ

จากการวัดเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของเบญจมาศในกลุ่มที่ได้จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญของพืชที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูง กับกลุ่มที่ปลูกในสภาพปกติ พบว่าในกลุ่มแรกมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยเฉพาะในกลุ่มที่ปลูกในสภาพที่อุณหภูมิสูงติดต่อกันมากกว่า 4 อาทิตย์ขึ้นไป จะมีความแตกต่างระหว่างการวัดความสูงของลำต้นในช่วงอาทิตย์ที่ 10 ขึ้นไปอย่างชัดเจน ส่วนกลุ่มที่แสดงอัตราการเจริญเติบโตของต้นเร็วกว่ากลุ่มอื่นๆ

อย่างชัดเจนที่สุด คือ กลุ่มที่เลี้ยงในอุณหภูมิสูงถึง 6 อาทิตย์ โดยจะสังเกตความเปลี่ยนแปลงนี้ได้ตั้งแต่การวัดความสูงของลำต้นครั้งที่ 2 (2 อาทิตย์หลังการวัดครั้งแรก) และการเจริญเติบโตนี้จะเป็นไปอย่างต่อเนื่องในอัตราเฉลี่ยความสูง ของลำต้น 3.55 เซ็นติเมตร ต่อการวัดแต่ละครั้ง เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มที่ได้จากเนื้อเยื่อเจริญของพืชที่เก็บในสภาพปกติ กับกลุ่มที่ได้จากเนื้อเยื่อเจริญของพืชที่เลี้ยงในสภาพอุณหภูมิสูง จะเห็นว่าเนื้อเยื่อเจริญที่ได้จากพืชที่เลี้ยงในสภาพอุณหภูมิสูง จะมีความเจริญเติบโตในด้านความสูงของลำต้นสูงกว่าเนื้อเยื่อเจริญ ที่ได้จากพืชที่เลี้ยงในสภาพอุณหภูมิปกติ และมีความ แตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มที่เลี้ยงในสภาพดังกล่าวตั้งแต่ 4 อาทิตย์ขึ้นไป (a) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งกับกลุ่มที่เก็บในสภาพดังกล่าวถึง 6 อาทิตย์ (b) (ตารางที่ 1)

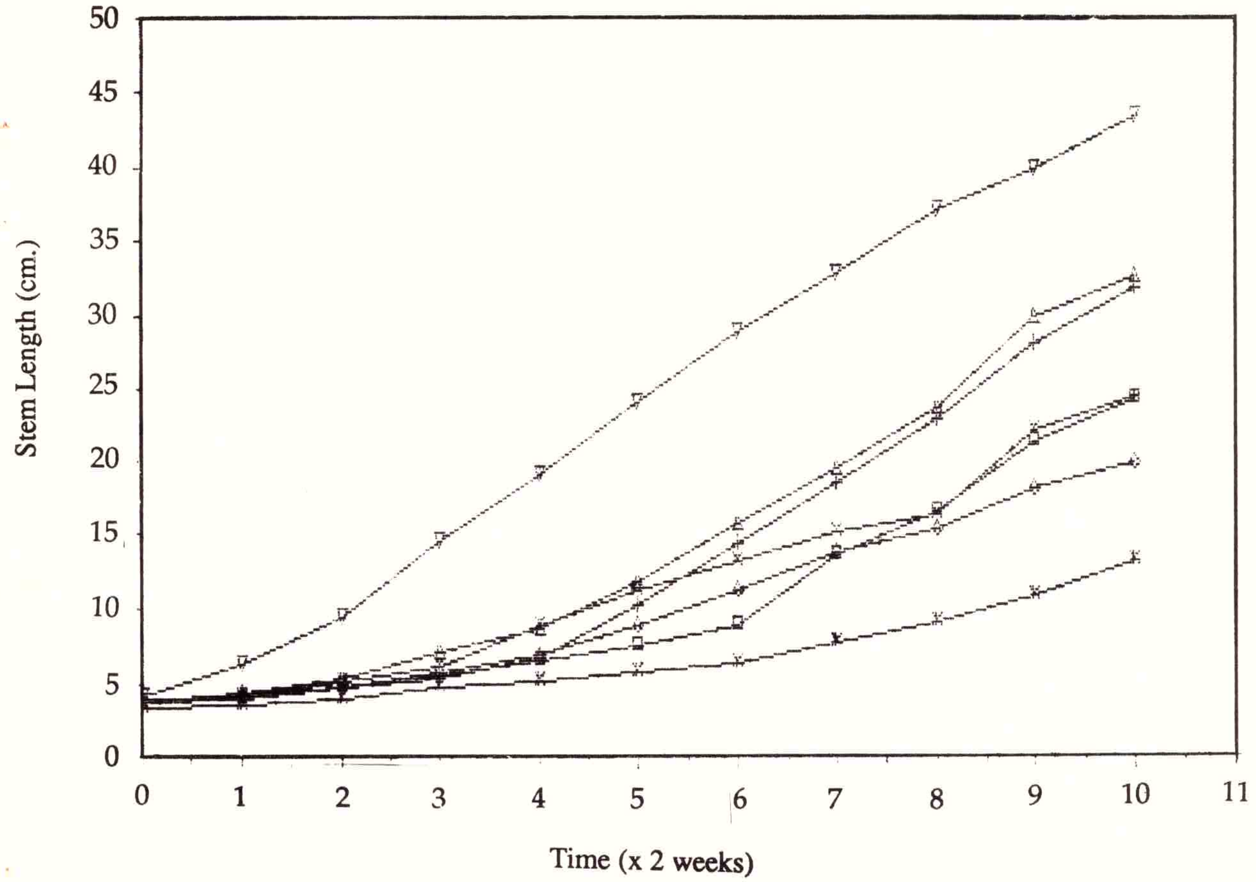
อัตราการเจริญเติบโตของเบญจมาศแต่ละกลุ่มที่ได้จากการทดลองครั้งนี้พบว่า จะผันแปรโดยตรงกับระยะเวลาที่เก็บในสภาพอุณหภูมิสูงอีกด้วย (ตารางที่ 1 และภาพที่ 4) ข้อแตกต่างที่พบอีกอย่างหนึ่งคือ สีใบของพืชที่ได้จากเนื้อเยื่อเจริญจากกลุ่มที่เก็บในสภาพอุณหภูมิสูง เป็นเวลานานกว่า 4 อาทิตย์ขึ้นไปจะมีสีเขียวเข้ม และมีขนาดของใบโตกว่าต้นในกลุ่มเปรียบเทียบอย่างเห็นได้ชัด

Table 1. Average height of the four chrysanthemum plants obtained from the meristem culture and heat treatment, measured every two weeks (cm.).

Duration of Heat Treatment	Sampling Periods (weeks)										
(weeks)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
1	3.900	4.025	4.725	5.775	6.975	8.725	11.175	13.675	15.175	18.175	19.825
2	3.875	4.050	4.750	5.475	6.400	7.375	8.775	13.425	16.600	21.250	24.200
3	3.650	4.175	5.050	6.100	8.725	11.212	13.025	15.025	16.425	21.900	24.350
4	3.600	4.100	4.750	5.400	6.775	10.175	14.175	18.550	22.725	28.000	31.650[a]
5	3.800	4.300	5.275	7.000	8.575	11.800	15.700	19.400	23.500	29.800	32.400[a]
6	4.175	6.300	9.350	14.500	19.100	23.950	28.825	32.750	36.900	39.900	43.300[ab]
Control (0)	3.125	3.350	4.000	4.775	5.050	5.575	6.375	7.700	9.050	10.700	13.075

LSD 0.05 = 12.674 LSD 1.01 = 25.190

Figure 4. **Different** growth rate of the **chrysanthemum** clones derived from **the meristem**--tip **cultures** after various heat **treatment duration**



Symbols representing duration of heat treatment before excised the meristem-tips

1 week ☐ 2 weeks x 3 weeks + 4 weeks

△ 5 weeks ▽ 6 weeks * Control (without heat treatment)

ผลจากการวัดความยาวของก้านดอกและขนาดของดอก จะให้ผลเช่นเดียวกับอัตราการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น โดยพบว่าต้นในกลุ่มเปรียบเทียบจะให้ความยาวของก้านดอกสั้นที่สุด (30.25 ซม.) มีขนาดดอกเฉลี่ย 8.34 ซม. และกลุ่มที่ให้ความยาวของก้านออกมากที่สุดคือ กลุ่มที่เลี้ยงในสภาพอุณหภูมิสูงเป็น 6 อาทิตย์ (41.475 ซม.) โดยจะให้ดอกที่มีขนาดโตกว่าคือ 11.306 ซม. นอกจากนี้ยังคงพบอาการดอกซีดและแตกฝอยบิดเป็นเกลียวในกลุ่มเปรียบเทียบเช่นเดียวกับดอกที่ได้จากต้นที่ไม่ผ่านการเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญ ดอกที่มีคุณภาพดีจะได้จากกลุ่มที่เลี้ยงในสภาพอุณหภูมิสูงนานที่สุดก่อนที่จะตัดเนื้อเยื่อเจริญ พืชในกลุ่มนี้จะให้ดอกสีเหลืองสดการเรียงตัวของกลีบดอกเป็นไปอย่างมีระเบียบ กลีบไม่เล็กหรือแตกเป็นฝอยแบบกลุ่มอื่น

ในด้านอายุการปักแจกันของดอกเบญจมาศที่ได้ในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันนัก โดยดอกที่ได้จากต้นในกลุ่มเปรียบเทียบจะเริ่มซีดและโรยหลังจากที่เก็บแล้วประมาณ 6.67 วัน และดอกที่ได้จากกลุ่มทดลองจะมีอายุในการปักแจกันประมาณ 7.77 วัน

การตรวจสอบชนิดของไวรัสที่พบในเบญจมาศในกลุ่มทดลองนี้ พบว่า เมื่อนำน้ำคั้นจากต้นที่แสดงอาการของไวรัสมาทาบน *C. amaranticolor* จะเห็นอาการตายของเนื้อเยื่อเป็นจุดในใบที่ได้รับเชื้อ อาการเช่นนี้จะแสดงภายใน 9-12 วัน แต่อาการดังกล่าวจะไม่พบเมื่อนำน้ำคั้นจากพืชกลุ่มทดลองที่เก็บในสภาพอุณหภูมิสูงก่อนตัดเนื้อเยื่อเจริญมากกว่า 4 อาทิตย์ขึ้นไป

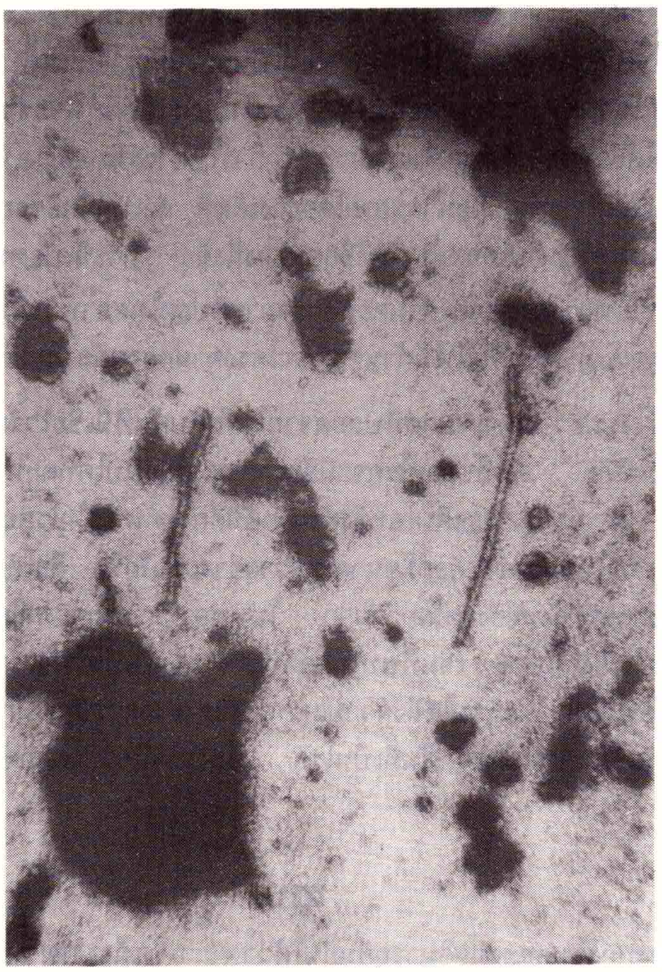
สำหรับอาการที่พบบนยาสูบใบเล็ก หลังจากทาด้วยน้ำคั้นจากพืชกลุ่มต่างๆ พบว่าจะเริ่มแสดงอาการจุดเหลืองบนใบที่ได้รับเชื้อในช่วง 17-20 วัน และต่อมาเนื้อเยื่อในบริเวณนี้จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ซึ่งบางครั้งนอกจากจะพบว่าเนื้อเยื่อที่ตายมีสีน้ำตาลแบบทั่วๆ ไปแล้วยังพบว่ามีวงแหวนสีน้ำตาลตรงจุดของเนื้อเยื่อที่ตายด้วย อย่างไรก็ตามไม่พบอาการดังกล่าวบนพืชทดสอบเมื่อนำน้ำคั้นจากพืชกลุ่มที่เก็บในสภาพอุณหภูมิสูงติดต่อกัน 6 อาทิตย์ ก่อนที่จะมาตัดเนื้อเยื่อเจริญ

การตรวจหาอนุภาคของไวรัสโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อีเล็คตรอนนั้น พบอนุภาคของไวรัสที่มีรูปร่างเป็นแท่งยาวค่อนข้างตรง ขนาดประมาณ 680 nm.(ภาพที่ 5) ซึ่งมีลักษณะตรงกับ Chrysanthemum Virus B

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากลักษณะอาการของเบญจมาศในกลุ่มทดลองที่แสดงในรูปที่ 1 อาการใบด่างอย่างอ่อน ใบด่างอย่างทั่วไป อาการเส้นใบเหลืองและใส อาการดังกล่าวคล้ายคลึงกับอาการของไวรัส 2 ชนิดคือ Chrysanthemum Virus B และ Tomato Aspermy Virus อย่างไรก็ตามเมื่อทำการตรวจสอบชนิดของไวรัสโดยใช้ ยาสูบใบเล็กและ *C. amaranticolor* พบว่าพืชทดสอบทั้ง 2 ชนิดแสดงอาการเหลืองเป็นจุด หรือ อาการตายของเนื้อเยื่อเป็นสีน้ำตาล และบางครั้งยังพบอาการตายของเนื้อเยื่อเป็นรูปวงแหวนล้อมส่วนที่แสดงอาการนี้ด้วย ดังที่พบในยาสูบใบเล็ก

Figure 5. Virus particles with ca. 680 nm. length detected by Brandes' dip technique stained with 2% PTA.



อาการดังกล่าวเป็นอาการที่บ่งชี้ว่าเกิดจากไวรัสทั้ง 2 ชนิดนี้ได้ หลักฐานที่จะใช้ประกอบการยืนยันว่ามีไวรัสมากกว่า 1 ชนิด ในเบญจมาศที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เห็นได้อย่างชัดเจนจากการแสดงอาการ ของเบญจมาศที่เจริญมาจากการเลี้ยงเนื้อเยื่อหลังจากที่เก็บต้นแม่ไว้ที่อุณหภูมิสูง คือ 37 $\pm$ 2° C. ในช่วงเวลาต่างๆ กัน เบญจมาศที่ได้จากวิธีการดังกล่าวจะแสดงอาการแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด คือ จะมีทั้งกลุ่มที่แสดงอาการใบด่างอย่างรุนแรงเช่นเดียวกับต้นแม่ ต้นที่แสดงอาการใบด่างอย่างอ่อน และ ต้นที่ไม่แสดงอาการใบด่างเลย แม้ว่าจะเก็บไว้ได้นานเท่าใดก็ตาม นอกจากนี้เมื่อนำน้ำคั้นจากเบญจมาศที่ได้ในกลุ่มดังกล่าวนี้ มาทาบนพืชทดสอบจะ

เห็นว่า หลังจากเก็บต้นแม่ในสภาพที่อุณหภูมิสูงติดต่อกันมากกว่า 4 อาทิตย์ จะเหลือไวรัสที่แสดงอาการได้บนยาสูบใบเล็กแต่เพียงอย่างเดียว และถ้าเก็บไว้นานกว่า 5 อาทิตย์ จะไม่พบอาการที่เกิดจากไวรัส ทั้งบนพืชทดสอบและต้นที่ได้จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญ

ผลที่ได้รับจากการเก็บต้นเบญจมาศในอุณหภูมิสูงที่เห็นชัดคือ ต้นมีการยืดยาวกว่าต้นเปรียบเทียบที่เก็บในสภาพอุณหภูมิปกติ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากการเก็บภายใต้สภาวะดังกล่าวจะระงับการทวีจำนวนของไวรัสได้อย่างดี และในขณะเดียวกันจะช่วยเร่งการเจริญเติบโตของต้นเบญจมาศได้อีกด้วย ซึ่งจะเห็นจากการที่อาการใบด่างลดลงอย่างเห็นได้ชัดตามระยะเวลาที่เลี้ยงไว้ และใบมีสีเขียวเข้ม มีขนาดขยายโตอย่างเต็มที่ สาเหตุที่จะช่วยให้เบญจมาศที่เลี้ยงในสภาพที่ทดลองมีการเจริญเติบโตของลำต้นดีอีกอย่างหนึ่งคือ การที่เบญจมาศได้รับแสงอย่างเต็มที่ถึง 16 ชั่วโมงทำให้การยืดตัวของก้านดอกดีกว่าการที่ปลูกในสภาพวันสั้น ข้อมูลด้านนี้สามารถนำมาใช้ในการปลูกเบญจมาศเพื่อให้มีก้านดอกยาวตรงตามความต้องการของตลาดได้อีกด้วย

ข้อแตกต่างระหว่างเบญจมาศที่ปลอดจากไวรัสกับต้นที่มีเชื้อไวรัสที่เห็นได้อย่างชัดเจนจากการทดลองครั้งนี้คือ ต้นที่ปลอดโรคจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดช่วงการเจริญเติบโต และมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นดีกว่าต้นที่เป็นโรคอย่างมาก ผลที่ได้จากความแตกต่างนี้จะทำให้ขนาดของดอกมีขนาดโตกว่าอย่างเห็นได้ชัด คือโตกว่าประมาณ 3 ซม. นอกจากนี้ยังพบว่าดอกมีสีเหลืองสดใสกว่ามาก ไม่พบอาการตายของกลีบดอก หรือกลีบดอกมีลายด่างขาว หรือขีดสีน้ำตาล เช่นที่พบในดอกที่ได้จากต้นที่เป็นโรคแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้ยังไม่สามารถสรุปได้ถึงความแตกต่างของอายุการปักแจกันระหว่างดอกที่ได้จากต้นที่ปลอดเชื้อไวรัสกับดอกซึ่งได้จากต้นที่เป็นโรค เนื่องจากมีความแตกต่างกันน้อยมากเพียง 1 วันเท่านั้น

สรุป

ผลที่ได้จากการทดลองนี้สามารถยืนยันได้ว่า การเก็บเบญจมาศในสภาพอุณหภูมิสูงติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ก่อนที่จะนำมาตัดเนื้อเยื่อเจริญเพื่อเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์จะช่วยให้โอกาสที่จะได้ต้นที่ปลอดโรค มีมากกว่าที่จะได้จากต้นที่เป็นโรคที่ไม่ผ่านขบวนการนี้โดยตรง และโอกาสดังกล่าวจะผันแปรโดยตรงกับช่วงเวลาการเก็บพืชในสภาพดังกล่าว ซึ่งตรงกับที่พบโดย Bierley and Lorenty (1960), Pouldan, (1973,) Hakkart and Quak (1964) Asatani (1972), Quak (1977) และ Walkey (1980) เป็นต้น

ข้อมูลที่ได้จากลักษณะอาการที่พบทั้งบนเบญจมาศที่เป็นโรค และอาการที่พบบนพืชทดสอบ รวมทั้งจากขนาดและรูปร่างของอนุภาคไวรัสที่พบจากการตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัดว่า Chrysanthemum Virus B เป็นไวรัสที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโรคของเบญจมาศในกลุ่มที่ทดลอง นอกจากนี้น่าจะมี Tomato Aspermy Virus

ร่วมอยู่ด้วยอีกชนิดหนึ่ง แต่ไวรัสดังกล่าวมีอนุภาครูปร่างกลมจึงยากแก่การตรวจสอบโดยการใช้ Brandes' dip Technique เพราะจะสับสนได้ง่ายกับสิ่งเจือปนอื่น ๆ ที่มีขนาดใกล้เคียงกับไวรัสที่พบในพืช แต่จากการศึกษายังพบลักษณะของอนุภาคที่คล้ายคลึงและมีขนาดใกล้เคียงกับไวรัสดังกล่าวมากเช่นกัน ซึ่งยังไม่อาจยืนยันได้แน่ชัดนัก ข้อสรุปที่เกี่ยวกับ Tomato Aspermy Virus จึงได้จากการทดสอบบนพืชที่ใช้ในการจำแนกชนิดของไวรัสเท่านั้น ดังนั้นจึงน่าที่จะศึกษาต่อไป โดยการเตรียมไวรัสให้บริสุทธิ์ ก่อนที่จะนำมาศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อีเล็คตรอน เพื่อขจัดปัญหาของการแปดเปื้อนของอนุภาคที่ใกล้เคียงกันจากพืชอาศัยของไวรัสชนิดนี้ จึงจะเป็นการยืนยันที่แท้จริงอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

Asatani, M. (1972). Freeing chrysanthemum from the rod shaped leaf mottling viruses and tomato aspermy virus by a combination meristem-tip culture with heat treatment. Ber. Oharo. Inst. Landwirthsh. Biol. 15 : 169-179.

Gibbs, A. J. (1979). Cucumber mosaic virus. CMI/AAB Description of Plant Viruses. No. 213.

Hakkart, F. A. and Quak, F. (1964). Effect of heat treatment of young plants on freeing chrysanthemum from virus B by means of meristems culture. Neth. J. Plant Path. 70 : 154-170.

Hollings, M. and Stone, O.M. (1970). Attempts to eliminate chrysanthemum stunt from chrysanthemum by meristem-tip culture after heat treatment. Am. Appl. Biol. 65 : 311 - 315.

Hollings, M. and Stone, O.M. (1971). Tomato aspermy virus. CMI/AAB Description of Plant Viruses. No. 79

Hollings, M. and Stone, O.M. (1972). Chrysanthemum virus B. CMI/AAB Description of Plant Viruses. No. 110.

Mckay, M. E. (1977). Growing Chrysanthemum, Cut Flower and Pot Plants. Horticulture Branch Advisory Leaflet, H 30. Queensland Department of Primary Industries, 14 p.

Moldgate, D. P. (1977). Propagation of ornamentals by tissue culture. In : Plant Cell. Tissue and Organ Culture, edited by J. Reinert and Y. P. S. Bajaj. Springer Verlag, Berlin. p 44 - 65.

Pouldan, N. (1963). Virus-free plants of chrysanthemum from approved varieties established by means of heat treatment and meristem-tip culture. Tiddskr Planteavl 77 : 689 - 696.

Quak, F. (1977). Meristem Culture and Virus-free Plant. In : Plant Cell, Tissue and Organ Culture, edited by J. Reinert and Y. P. S. Bajaj. Springer Verlag, Berlin. p. 598-615.

Walkey, D. G. A. (1980). Production of Virus-free Plants by Tissue Culture. In : Tissue Culture Methods for Plant Pathologists, edited by D. S. Ingram and J. P. Helgeson. Blackwell Scientifics Publications, Oxford. p. 109-117.

วารสารเกษตร 5, 2: 137 - 150 (2532)
Journal of Agriculture 5, 2: 137 - 150 (1989)

การใช้ถั่วพร้าเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารไก่เนื้อ

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ และ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล

UTILIZATION OF JACKBEAN (*Canavalia ensiformis L.*, DC) AS A PROTEIN SOURCE IN BROILER RATIONS

Suchon Tangtaweewipat and Boonlom Cheva-Isarakul

ABSTRACT : The nutritive value and the potential use of jackbean (*Canavalia ensiformis* L., DC.) as a protein source substituted for soybean meal were investigated. Ground jackbean was incorporated at three levels, 0, 10, 15 and 20% in rations containing 21%, 19% and 17% crude protein for broilers aged; 1-3, 3-6 and 6-7 weeks, respectively. One hundred twenty heads of 7 day old broilers (strain A.A707) were allocated to 4 treatments, each with 3 replicates raised on a floor pen. *Ad libitum* feed and drinking water were allowed by freely access.

Jackbean contained as percentage of dry matter seed 25.7% CP, 3.0% EE, 10.7% CF, 57.1% NFE and 22.9 mg N/g/min. of urease activity which is higher than raw pigeon pea and raw soybean seed (7.78 and 5.70 mg N/g/min of urease activity respectively). The trypsin inhibitor content is lower than the other two leguminous seeds mentioned above (13.73 vs 30.30 and 74.32 mg TI/g air dry sample, respectively). The results from feeding trial indicated that growth rate and feed consumption decreased, while pancreas weight increased with the increasing level of jackbean. At 10% jackbean, weight gain and feed consumption differ not significantly from the control (1.63 and 3.59 kg vs. 1.70 and 3.81 kg, respectively). Feed conversion ratio (FCR) of those obtained 0-15% jackbean was found between 2.21-2.27, but the group of 20% jackbean had significantly higher FCR than the control ($P<0.05$). However no significant difference was found on mortality rate among groups.

บทคัดย่อ : การศึกษาถึงคุณค่าทางอาหารและการใช้ถั่วพร้าเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนการใช้กากถั่วเหลืองในไก่กระทง โดยเสริมถั่วพร้าบดในระดับ 0, 10, 15 และ 20% ของสูตรอาหารที่มีโปรตีน 21, 19 และ 17% ในช่วงไก่อายุ 1-3, 3-6 และ 6-7 สัปดาห์ ตามลำดับ ใช้ไก่เนื้อพันธุ์เอ.เอ.707 อายุ 7 วัน จำนวน 120 ตัว แบ่งออกโดยสุ่มเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ เลี้ยงแบบปล่อยพื้นในคอกย่อยแต่ละคอกขนาด 0.9 x 1.8 ตารางเมตร มีน้ำและอาหารกินตลอดระยะเวลาทดลอง 6 สัปดาห์

ปริมาณโภชนะหยาบในถั่วพร้าคิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง (dry matter basis) - โปรตีน 25.7%, ไขมัน 3.0 %, เยื่อใย 10.7%, NFE 57.1% และมีค่า urease activity 22.9 mg N/กรัม/นาที ซึ่งสูงกว่าเมล็ดถั่วมะแฮะดิบและถั่วเหลืองดิบ (7.78 และ 5.70mg N/กรัม/นาที ตามลำดับ) ส่วนปริมาณสารยับยั้งทริปซินปรากฏว่ามีน้อยกว่าถั่วทั้ง 2 ชนิดที่กล่าวถึงแล้ว คือ 13.73 เทียบกับ 30.30 และ 74.32 mg TI/g air dry

ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002
Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture,
Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

sample ตามลำดับ ผลการทดลองในไก่เนื้อปรากฏว่าอัตราการเจริญเติบโตและอาหารที่กินตลอดอายุไก่ 7 สัปดาห์ มีปริมาณลดลงตามระดับการเพิ่มการใช้ถั่วพร้าในอาหาร โดยการใช้ถั่วพร้าที่ระดับ 10% มีน้ำหนักตัวเพิ่มและปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างจากกลุ่มเปรียบเทียบ (1.63 และ 3.59 กก. เปรียบเทียบกับ 1.70 และ 3.81 กก. ตามลำดับ) อัตราแลกน้ำหนักของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารมีถั่วพร้าระดับ 20% สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารมีถั่วพร้าระดับ 0-15% ให้อัตราแลกน้ำหนักอยู่ระหว่าง 2.21-2.27 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สำหรับน้ำหนักตับอ่อนของไก่เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มระดับการใช้ถั่วพร้าในอาหาร โดยมีอัตราการตายไม่แตกต่างกันทุกกลุ่มทั้งที่ใช้และไม่ใช้ถั่วพร้าในอาหาร

คำนำ

ปัจจุบันกากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ขาดแคลน ต้องมีการนำเข้าจากต่าง-ประเทศปีละมากๆ เป็นเหตุให้ราคาสูงกว่าที่ควรจะเป็น นักวิจัยอาหารสัตว์จึงได้พยายามหาวัตถุดิบประเภทโปรตีนจากพืชชนิดอื่นที่ยังไม่เคยมีการนำมาใช้ หรือที่มีราคาถูกมาก ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่ไม่นิยมใช้เป็นอาหารคน มาใช้ในการประกอบสูตรอาหารเพื่อลดต้นทุนการผลิต

ถั่วพร้า (Jackbean or Horsebean ; *Canavalia ensiformis* L., DC.) เป็นพืชชนิดหนึ่งที่ชาวบ้านนิยมใช้ปลูกคลุมดิน และใช้เป็นปุ๋ยพืชสด ลักษณะลำต้นเป็นพุ่ม มีการทอดยอดบ้าง เริ่มออกดอกตั้งแต่ 55-80 วันหลังปลูก และเก็บเกี่ยวเมล็ดได้เมื่ออายุ 160 วัน เป็นพืชที่ทนต่อโรคและแมลง เมล็ดมีขนาดใหญ่สีขาวขุ่น น้ำหนักเฉลี่ย 1.84 ± 0.33 กรัม/เมล็ด (Bressani *et al.*, 1987) มีเปลือกหุ้มหนา เรียงตัวกันอยู่ในฝักที่มีลักษณะแบนยาว คล้ายพร้าจึงได้ชื่อว่า "ถั่วพร้า" มีผลผลิตเมล็ดผันแปรระหว่าง 120-800 กก./ไร่ ชาวบ้านบางแห่งนำเมล็ดถั่วพร้าไปคั่วและบดชงน้ำดื่มแบบเมล็ดกาแฟ ดังนั้นถ้าหากสามารถเก็บเมล็ดแก่มาใช้เป็นอาหารสัตว์บ้าง อาจเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นแหล่งอาหารโปรตีน ทำให้ชาวบ้านมีการผลิตสัตว์หรือขายเมล็ดเป็นอาหารสัตว์ทำให้มีรายได้เสริมอีกทางหนึ่ง ผลจากการวิเคราะห์หาส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ พบว่า เมล็ดถั่วพร้ามีโปรตีนสูงพอควร (25%) มีไขมัน 3.0% และปริมาณเยื่อใยไม่สูงนัก (10%) ซึ่งน่าจะใช้เป็นแหล่งโปรตีนและคาร์โบไฮเดรทในอาหารสัตว์ได้ดีพอควร แต่อย่างไรก็ตามจากการรายงานพบว่าถั่วพร้ามีจุดอ่อนบางประการ เช่น มีแร่ธาตุต่าง ๆ ในเกณฑ์ต่ำ (Bressani *et al.*, 1987) ขาดกรดอะมิโนเมทไธโอนีนและไลซีน โดยมีปริมาณกรดอะมิโนดังกล่าวเพียงครึ่งหนึ่งของกากถั่วเหลือง (0.33 vs 0.65% และ 1.35 vs 2.93% ตามลำดับ ; Duke, 1981) นอกจากนี้ยังมีสารยับยั้งการเจริญเติบโตหลายชนิด เช่น Canavanine ซึ่งขัดขวางการใช้ประโยชน์ได้ของ Arginine (Bressani *et al.*, 1987) มีสารยับยั้งการนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ชนิด Trypsin และ Chymotrypsin inhibitors (Duke, 1981) และยังอาจมีสารพวก Hydrocyanic acid และ Trigonelline เช่นเดียวกับพืชในตระกูล *Canavalia* spp. อีกด้วย (Duke, 1977)

จากการทดลองประเมินคุณภาพโปรตีนของเมล็ดถั่วพร้าดิบ เปรียบเทียบกับพวกที่ทำให้สุกโดยวิธี Pressure-cooked (ต้มกับน้ำในอัตราส่วน 1 : 3 ภายใต้ความดัน 15 psi เป็นเวลา 45 นาที) และโดยวิธี Roasted ที่อุณหภูมิ 200 °ซ เป็นเวลา 10 นาที โดยทดลองในหนู

Bressani *et al.* (1987) พบว่า ถั่วพร้าดิบมีค่า PER ต่ำมากเพียง 0.1±0.05 ซึ่งเทียบเท่ากับ 3.46% ของโปรตีนมาตรฐาน (Casein) เท่านั้น แต่การนำถั่วพร้าดิบมาผ่านความร้อนทั้งสองวิธีนั้น จะทำให้คุณภาพโปรตีนของเมล็ดถั่วดีขึ้นมาก คือ มีค่า PER เท่ากับ 1.21±0.17 และ 1.18±0.19 ซึ่งเทียบเท่ากับ 41.9 และ 40.8% ของ Casein ตามลำดับ ส่วนการย่อยได้ของโปรตีนในเมล็ดถั่วพร้าดิบและถั่วพร้าที่ผ่านความร้อนทั้งสองวิธีดังกล่าวมีค่า 47.9±4.8,76.4±3.5 และ 78.7±4.7% ตามลำดับ ขณะที่ของ Casein มีค่าเท่ากับ 91.2±2.1% การที่ค่า PER และการย่อยได้ของถั่วพร้าดิบมีค่าต่ำมากนี้ คาดว่าเป็นผลเนื่องมาจากการมีสารพิษ Trypsin inhibitor, Urease และ Canavanine ซึ่งสารดังกล่าวสามารถถูกทำลายได้ด้วยความร้อน จึงทำให้ค่า PER และการย่อยได้ดีขึ้น นอกจากนี้ ยังพบว่าการเสริมเมทไธโอนีนในระดับ 0.3% ของสูตรอาหารเลี้ยงหนูที่มีโปรตีน 10% มีผลทำให้เมล็ดถั่วพร้าที่ผ่านความร้อนโดยวิธี Pressure - cooked มีคุณภาพโปรตีนดีขึ้น โดยมีค่า PER เพิ่มขึ้นเป็น 69.5% ของ Casein

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันนี้ยังไม่มีรายงานถึงผลของการนำถั่วพร้ามาใช้เป็นอาหารสัตว์ ซึ่งเรื่องนี้เป็นที่สนใจของเกษตรกรผู้ปลูกถั่วพร้าเป็นพืชคลุมดินอย่างมากว่าจะสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้หรือไม่ ในปริมาณมากน้อยเพียงใด และจะมีอันตรายต่อสัตว์หรือไม่ ด้วยเหตุนี้จึงเห็นควรทำการศึกษาถึง

1. องค์ประกอบทางเคมี ตลอดจนปริมาณสารพิษบางชนิด (Urease และ Trypsin inhibitor) ในถั่วพร้า
2. หาระดับที่เหมาะสมของการใช้เมล็ดถั่วพร้าในสูตรอาหารไก่เนื้อ โดยพิจารณาอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการตาย และการขยายตัวของตับอ่อนเป็นหลัก
3. อาจเป็นลู่ทางในการนำเมล็ดถั่วพร้ามาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยว ซึ่งผลจากการศึกษานี้ ใช้แนะนำเกษตรกรรายย่อยที่ปลูกถั่วพร้าเป็นพืชคลุมดิน ให้สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ เป็นรายได้เสริมที่เพิ่มขึ้นได้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

นำเมล็ดถั่วพร้าดิบมาบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. แล้ววิเคราะห์หาองค์ประกอบของโภชนะหยาบโดยวิธี Proximate Analysis (AOAC , 1980) และหาปริมาณ Urease activity (Naumann and Bassler, 1976) ตลอดจนวิเคราะห์หาปริมาณ Trypsin inhibitor โดยใช้ Porcine Trypsin เป็น Substrate ตามวิธีที่อ้างอิงโดย Department of Agriculture, University of Queensland, St. Lucia. Australia. การวิเคราะห์กระทำที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2. การทดลองในไก่เนื้อ

ไก่เนื้อคละเพศสายพันธุ์เอ.เอ.707 (A.A.707) อายุ 7 วัน จำนวน 120 ตัว แบ่งออก

Table 1. Composition and nutrient contents during day 8-21 (1-3 week) of the experimental broiler trial.

Ingredients	Level of jackbean in diets (%)			
	0	10	15	20
Jackbean (22.3% CP)[1/]	-	10.00	15.00	20.00
Yellow corn (8.9% CP)	49.40	49.03	47.91	46.71
Rice bran (12.0% CP)	19.32	13.00	9.50	6.00
Soybean meal (44.0% CP)	20.00	16.68	15.30	14.00
Fish meal (55.0% CP)	10.00	10.00	10.00	10.00
Plant-oil	-	-	1.00	2.00
Oyster shell	0.43	0.43	0.43	0.43
DL-Methionine	0.32	0.33	0.33	0.34
L-Lysine	0.21	0.21	0.21	0.20
Salt	0.07	0.07	0.07	0.07
Premix [2/]	0.25	0.25	0.25	0.25
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated chemical composition, (% Air dry basis) :				
Crude protein	21.02	20.99	20.98	21.00
Crude fiber	5.45	5.25	5.11	4.97
Calcium	1.00	1.00	1.00	1.00
Avi. phosphorus	0.48	0.48	0.48	0.48
Methionine	0.69	0.69	0.69	0.69
Lysine	1.23	1.23	1.23	1.23

[1/] As fed basis.

[2/] Layer premix

โดยการสุ่มเป็น 4 กลุ่ม (Treatments) กลุ่มละ 3 ซ้ำ (Replications) แต่ละซ้ำเลี้ยงในคอกปล่อยพื้นขนาด 0.9x1.8 ตารางเมตร มีอาหารและน้ำให้กินตลอดเวลา อาหารที่ไก่ได้รับในช่วงอายุ 1 สัปดาห์แรก เป็นอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดเหมือนกันหมด ต่อจากนั้นให้ได้รับอาหารทดลองแบบผง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ 1-3, 3-6 และ 6-7 สัปดาห์ โดยให้มีโปรตีนระดับ 21, 19 และ 17% ตามลำดับ ซึ่งอาหารแต่ละกลุ่มมีส่วนผสมของเมล็ดถั่วพร้า (Jackbean ; *Canavalia*

Table 2. Composition and nutrient contents during day 22-42 (3-6 week) of the experimental broiler trial.

Ingredients	Level of jackbean in diets (%)			
	0	10	15	20
Jackbean [1/]	-	10.00	15.00	20.00
Yellow corn	67.60	61.33	57.04	52.64
Rice bran	5.00	5.00	5.00	5.00
Soybean meal	18.43	14.70	13.00	11.40
Fish meal	7.71	7.71	7.71	7.71
Plant oil	-	-	1.00	2.00
Oyster shell	0.66	0.66	0.66	0.66
DL-Methionine	0.13	0.14	0.14	0.15
L-Lysine	0.11	0.10	0.09	0.08
Salt	0.11	0.11	0.11	0.11
Premix [2/]	0.25	0.25	0.25	0.25
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated chemical composition, (% Air dry basis) :				
Crude protein	18.97	19.00	18.98	19.00
Crude fiber	3.89	4.34	4.54	4.75
Calcium	0.90	0.90	0.90	0.90
Avi. phosphorus	0.40	0.40	0.40	0.40
Methionine	0.47	0.47	0.47	0.47
Lysine	1.03	1.03	1.03	1.03

[1/] As fed basis.

[2/] Layer premix.

ensiformis L., DC) ในระดับ 0, 10, 15 และ 20% คงที่ทุกระยะของการเปลี่ยนแปลงระดับโปรตีนในสูตรอาหาร ส่วนผสมอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 1, 2 และ 3

งานทดลองนี้กระทำที่ฟาร์มสัตว์ปีก สถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ ภาค

Table 3. Composition and nutrient contents during day 43-49 (6-7 week) of the experimental broiler trial.

Ingredients	Level of jackbean in diets (%)			
	0	10	15	20
Jackbean [1/]	-	10.00	15.00	20.00
Yellow corn	67.37	61.34	57.05	52.75
Rice bran	11.00	11.00	11.00	11.00
Soybean meal	12.98	9.00	7.30	5.60
Fish meal	7.37	7.37	7.37	7.37
Plant oil	-	-	1.00	2.00
Oyster shell	0.70	0.70	0.70	0.70
Dicalcium phosphate	0.09	0.09	0.09	0.09
DL-Methionine	0.04	0.05	0.05	0.06
L-Lysine	0.08	0.08	0.07	0.06
Salt	0.12	0.12	0.12	0.12
Premix [2/]	0.25	0.25	0.25	0.25
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated chemical composition, (% Air dry basis) :				
Crude protein	17.08	17.02	17.01	16.99
Crude fiber	4.23	4.66	4.86	5.07
Calcium	0.90	0.90	0.90	0.90
Avi. phosphorus	0.40	0.40	0.40	0.40
Methionine	0.32	0.32	0.32	0.32
Lysine	0.86	0.86	0.86	0.86

[1/] As fed basis.

[2/] Layer premix.

วิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ เริ่มจาก 22 กรกฎาคม ถึง 9 กันยายน 2531 ข้อมูลด้านอัตราการเจริญเติบโต และปริมาณอาหารที่กิน บันทึก

Table 4. Chemical composition (% dry matter basis) of jackbean (*Canavalia ensiformis* L., DC.) and pigeon pea (*Cajanus cajan)*.

Items	Jackbean (References)			Pigeon pea[2/] (cv. Hunt)
	TG-CMU[1/]	Duke(1981)	Bressani et al. (1987)	
Dry matter	86.6	89.3	86.5	88.9
Crude protein	25.7	27.4	31.1	21.3
Ether extract	3.0	2.9	2.1	1.7
Crude fiber	10.7	8.3	9.8	7.4
Nitrogen free extract	57.1	57.8	53.3	65.7
Ash	3.5	3.6	3.7	3.9
Calcium	n.a	0.18	0.20	n.a
Phosphorus	n.a	0.34	0.42	n.a

n.a = not analysed

1/ TG-CMU : Thai-German Animal Nutrition Project, Department of Animal Husbandry, Chiang Mai University. The value investigated in this experiment.

2/ ตั้งทวีวิพัฒน์ และคณะ (2531)

Table 5. Urease activity and trypsin inhibitor content of jackbean compared to soybean and pigeon pea.

Sources	Urease activity (mg N/g/min)	Trypsin inhibitor (mg TI/g air dry)
Jackbean	22.92	13.73
Soybean seed	5.70	74.32
Soybean meal	-	7.11
Pigeon pea 1/	7.78	30.30
Pigeon pea 2/	-	19.67

1/ Sample obtained from Mae Joe ; Field Crops Research Centre, Chiang Mai.

2/ cv. Hunt, sample from Australia.

Table 6. Production performance of 7 week-old broilers fed diet containing varying levels of jackbean.

Level of jackbean in diets (%)	Liveweight gain[1/] (kg)	Feed consumption[1/] (kg)	FCR[1/]	Mortality[2/] (%)
0	1.70[a]	3.81[a]	2.25[a]	13.33
10	1.63[a]	3.59[a]	2.21[a]	6.67
15	1.43[b]	3.22[b]	2.27[a]	6.67
20	1.18[c]	2.84[c]	2.41[b]	6.67
|				
50[3/]	0.52	1.51	2.54	-
|				
100[3/]	-0.72	0.88	2.87	-

[1/] Mean within column with different superscripts are significantly different ($P<0.05$)

[2/] No significant differences

[3/] Values within row are from regression analysis

ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับโปรตีนในอาหาร น้ำหนักตับอ่อนบันทึกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (อายุได้ 7 สัปดาห์) จากการฆ่าไก่โดยสุ่มแบบแยกเพศ เพศละ 20% จากแต่ละซ้ำและนำมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนอัตราการตายบันทึกทุกครั้งที่มีการตายเกิดขึ้น แล้วรายงานผลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน และหาลำดับความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's new multiple range test ซึ่งบ่งโดยจันทลักขณา (2523).

ผลการทดลอง

ส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ ในถั่วพร้า

องค์ประกอบทางโภชนะของถั่วพร้าที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ (แถวที่ 1 ในแนวตั้ง) เปรียบเทียบกับเมล็ดถั่วมะแฮะสายพันธุ์ฮันท์ แสดงไว้ในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า เมล็ดถั่วพร้ามีโปรตีนประมาณ 25% สูงกว่าเมล็ดถั่วมะแฮะเล็กน้อย ซึ่งมีปริมาณโปรตีนเป็นครึ่งหนึ่งของกากถั่วเหลืองที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ (25 vs 44% ตามลำดับ) โดยองค์ประกอบทางโภชนะตัวอื่นมิได้แตกต่างจากถั่วมะแฮะมากนัก

Table 7. Pancreas weights of 7 week-old broilers fed diets containing various levels of jackbean.

Level of jackbean in diets (%)	Pancreas weights (g./100 g.LW)		
	Male[1/]	Female[2/]	Straight-run[1/]
0	0.208[a]	0.207	0.208[a]
10	0.210[a]	0.254	0.232[ab]
15	0.271[ab]	0.266	0.269[bc]
20	0.293[b]	0.274	0.284[c]
|			
50[3/]	0.420	0.382	0.401
|			
100[3/]	0.645	0.552	0.594

[1/] Mean within column with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

[2/] No significant differences.

[3/] Values within row are from regression analysis.

Table 8. Cost of production of broilers fed diets containing various levels of jackbean during 42 days.

Level of jackbean in diets (%)	Liveweight gain (kg)	FCR	Cost of feed[1/] (Bt/kg)	Cost of feed per kg. bird (Bt)
0	1.70	2.26	5.68	12.78
10	1.63	2.21	5.45	12.04
15	1.43	2.27	5.38	12.21
20	1.18	2.41	5.32	12.82

[1/] Ingredients prices (Bt/kg) : Comm. broiler diet 7.00 ; Yellow corn 3.00 ; Rice bran 3.70 ; Soybean meal 10.50 ; Fish meal 13.00 ; Plant oil 7.00 ; Oyster shell 2.00 ; Dicalcium phosphate 10.00 ; DL-Methionine 100 ; L-Lysine 105 ; Salt 2.00 ; Premix 80.00 and Jackbean 3.50

ส่วนสารยับยั้งการเจริญเติบโตชนิด Urease และ Trypsin inhibitor (แสดงไว้ในตารางที่ 5) ปรากฏว่า ถั่วพร้ามี Urease activity สูงกว่าเมล็ดถั่วเหลืองและถั่วมะแฮะมาก อันอาจเป็นอุปสรรคต่อการนำเมล็ดถั่วพร้าดิบไปใช้เลี้ยงสัตว์ แต่อย่างไรก็ตาม ถั่วพร้ากลับมีปริมาณ Trypsin inhibitor ต่ำกว่าถั่วมะแฮะที่เคยใช้เลี้ยงไก่เนื้อ ตามการศึกษาของตั้งทวีวิพัฒน์และอิเลียต (2531; 13.73 vs 19.67 mg TI/g air dry) ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำกว่าที่มีในเมล็ดถั่วเหลืองมาก

การทดลองในไก่เนื้อ

การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร

การศึกษาการใช้เมล็ดถั่วพร้าในอาหารระดับ 10-20% เพื่อเป็นแหล่งอาหารโปรตีนทดแทนการใช้กากถั่วเหลือง เปรียบเทียบกับการไม่ใช้ถั่วพร้า ในช่วงไก่อายุ 1-7 สัปดาห์ โดยช่วงอายุ 0-1 สัปดาห์ ให้ไก่กินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด แสดงผลไว้ในตารางที่ 6 ปรากฏว่า อัตราการเจริญเติบโตของไก่ลดลงตามระดับการเพิ่มการใช้ถั่วพร้าในอาหาร โดยน้ำหนักตัวเพิ่มของไก่ที่ได้รับอาหารมีถั่วพร้าระดับ 10% ให้ผลไม่แตกต่างจากกลุ่มเปรียบเทียบ (1.63 กก. เปรียบเทียบกับ 1.70 กก. ตามลำดับ) ปริมาณอาหารที่กินลดลงเมื่อเพิ่มระดับการใช้ถั่วพร้าในอาหาร ซึ่งการใช้ถั่วพร้าระดับ 20% ไก่กินอาหารได้น้อยมาก กล่าวคือ ไก่กินอาหาร 2.84 กก. ในขณะที่ไก่กลุ่มเปรียบเทียบกินอาหารถึง 3.81 กก. อย่างไรก็ตาม จากผลของการเพิ่มน้ำหนักตัวน้อยและกินอาหารไม่มาก ส่งผลให้อัตราแลกน้ำหนักของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารมีถั่วพร้าระดับ 0-15% ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ แต่เมื่อมีการใช้ถั่วพร้าระดับ 20% มีผลทำให้อัตราแลกน้ำหนักเลวกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนอัตราการตายไม่พบความแตกต่างในทุกกลุ่มทั้งที่ใช้และไม่ใช้ถั่วพร้าในอาหาร

สำหรับการคาดคะเนการใช้ถั่วพร้าในอาหารที่ระดับสูงขึ้น โดยใช้สมการคาดคะเนเส้นตรง (Linear regression analysis) ของน้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กินและอัตราแลกน้ำหนัก ปรากฏว่า เมื่อมีการใช้ถั่วพร้าในอาหารระดับ 50% จะทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มน้อยมาก และจะเห็นผลนี้ชัดเจนมากเมื่อมีการใช้ถั่วพร้าเลี้ยงไก่เพียงชนิดเดียว (100%) ซึ่งอาจทำให้ไก่ไม่กินอาหารและไม่ให้น้ำหนักตัวเพิ่มเลย (แสดงไว้ในตารางที่ 6) ดังสมการ

$$Y = 1.7611 - 0.0248X;\ (r = -0.86 \text{ at } 10 \text{ d.f})........1$$

$$Y = 3.9035 - 0.0478X;\ (r = -0.91 \text{ at } 10 \text{ d.f})........2$$

$$Y = 2.2098 + 0.0066X;\ (r = 0.55 \text{ at } 10 \text{ d.f})........3$$

เมื่อ Y คือ น้ำหนักตัวเพิ่ม (กก.) ปริมาณอาหารที่กิน (กก.) และอัตราแลกน้ำหนักใน 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

X คือ ระดับการใช้ถั่วพร้าในอาหาร (%)

น้ำหนักตับอ่อน

จากการสุ่มฆ่าไก่เนื้อทดลองที่อายุ 7 สัปดาห์ แล้วทำการชั่งน้ำหนักตับอ่อนเปรียบเทียบกับน้ำหนักตัว แสดงผลไว้ในตารางที่ 7 ปรากฏว่า ตับอ่อนของไก่ทั้งสองเพศมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงขึ้นเป็นเส้นตรงตามการเพิ่มระดับการใช้ถั่วพร้าในอาหาร และจากผลการคาดคะเนด้วยสมการเส้นตรง พอจะบ่งชี้ได้ว่าไก่เนื้อเพศผู้มีการขยายตัวของตับอ่อนจากการใช้ถั่วพร้าในอาหารในระดับสูงมากกว่าไก่เนื้อเพศเมีย โดยคำนวณจาก

$$Y = 0.1953 + 0.0045\,X\ ;\ (r = 0.72 \text{ at } 10 \text{ d.f})........1$$

$$Y = 0.2117 + 0.0034\,X\ ;\ (r = 0.66 \text{ at } 10 \text{ d.f})........2$$

เมื่อ Y คือ น้ำหนักตับอ่อนไก่เพศผู้และเมีย (ก./100 ก.น้ำหนักตัว) ใน 1 และ 2 ตามลำดับ

X คือ ระดับการใช้ถั่วพร้าในอาหาร (%)

ต้นทุนการผลิตเนื้อไก่

การพิจารณาต้นทุนการผลิตเนื้อไก่เมื่อไก่อายุได้ 7 สัปดาห์ โดยได้รับอาหารที่มีและไม่มีส่วนผสมของเมล็ดถั่วพร้าในอาหารในช่วงไก่อายุ 1-7 สัปดาห์ (42 วัน) เมื่อพิจารณาเฉพาะต้นทุนค่าอาหารอย่างเดียว โดยกำหนดราคาวัตถุดิบตามราคาเฉลี่ยและกำหนดให้ราคาเมล็ดถั่วพร้าเป็น 1/3 ของราคาถั่วเหลืองที่ซื้อขายกัน คือราคากิโลกรัมละ 3.50 บาท ผลแสดงไว้ในตารางที่ 8 ปรากฏว่า ต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมเมื่อมีถั่วพร้าผสมอยู่ มีราคาถูกลง แต่เมื่อมีการใช้ถั่วพร้าในอาหารระดับสูงขึ้น จะทำให้ต้นทุนการผลิตเนื้อไก่แพงขึ้น โดยเป็นผลมาจากสมรรถภาพการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารเลวลงตามการเพิ่มระดับการใช้ถั่วพร้าในอาหาร ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้สามารถบ่งได้ว่า การใช้ถั่วพร้าในอาหารไก่เนื้อระดับต่ำ-ปานกลาง คือ ระดับ 10-20% จะให้ต้นทุนการผลิตเนื้อไก่ที่ใกล้เคียงกับกลุ่มเปรียบเทียบ แต่ได้น้ำหนักตัวไก่ที่น้อยกว่า ผลเช่นนี้ เหมาะสำหรับการนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรรายย่อย นำเมล็ดถั่วพร้าที่ปลูกเป็นพืชคลุมดิน ซึ่งถือว่าเมล็ดเป็นผลพลอยได้ (ราคาเท่ากับศูนย์) มาใช้เลี้ยงสัตว์จำพวกไก่พื้นเมือง ไก่ไข่หรือไก่เนื้อ น่าจะเป็นการประหยัดค่าอาหารสัตว์สำหรับเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง และอาจสามารถจำหน่ายเมล็ดถั่วให้กับผู้เลี้ยงสัตว์ที่เป็นอาชีพหรือโรงงานอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ได้ในอนาคต

วิจารณ์ผลการทดลอง

การที่อัตราการเจริญเติบโตและปริมาณอาหารที่กินได้ของไก่ลดลง เมื่อเพิ่มระดับการใช้ถั่วพร้าในสูตรอาหารขึ้น อาจเป็นผลเนื่องมาจากสารพิษที่มีในถั่วพร้า เช่น Urease และ Trypsin inhibitor ตามผลการวิเคราะห์ที่แสดงไว้ในตารางที่ 5 และยังอาจเนื่องมาจากสารพิษตัวอื่น ๆ

ที่ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ เช่น Chymotrypsin inhibitor, Hydrocyanic acid, Canavanine และ Trigonelline ตามที่อ้างอิงโดย Bressani *et al.* (1987) และ Duke (1981) ด้วย ซึ่งผลนี้สอดคล้องกับรายงานของ Bressani *et al.* (1987) ที่ทำการทดลองในหนู และพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมถั่วพร้าดิบกินอาหารได้ต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และมีการย่อยได้ของโปรตีน ในเกณฑ์ต่ำ ประมาณ 48% เท่านั้น การใช้ความร้อนทำลายสารพิษดังกล่าว จะทำให้หนูกินอาหารได้เพิ่มขึ้นกว่าเดิม ประมาณ 22-32% และมีการย่อยได้ของโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็น 78% นอกจากนี้ยังอาจเนื่องมาจากการที่ถั่วพร้ามีสัดส่วนของกรดอะมิโนที่ไม่สมดุลย์ เช่น ขาดเมทไธโอนีน ไลซีน และอาร์จินีน ดังจะเห็นได้จากการประเมินคุณภาพโปรตีนโดยวัดค่า PER พบว่าต่ำมาก แต่เมื่อเสริมเมทไธโอนีนลงไปจะทำให้ค่า PER ดีขึ้นถึง 2.8 เท่า

นอกจากเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังอาจมีปัจจัยอื่นอีกที่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินและสมรรถภาพในการผลิตของไก่เนื้อพวกที่ได้รับถั่วพร้าเพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร เช่น กลิ่นของเมล็ดถั่วพร้าที่ค่อนข้างเหม็นอย่างรุนแรง และการที่ถั่วพร้ามีเปลือกหุ้มเมล็ดหนาและแข็ง อันอาจเป็นอุปสรรคต่อการย่อยได้ ทำให้ไก่กินอาหารไม่มาก โดยเฉพาะในไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมถั่วพร้าระดับ 20% ซึ่งกินอาหารน้อยมากเพียง 2.84 กก./ตัว ในขณะที่ไก่กลุ่มเปรียบเทียบใช้อาหารสูงถึง 3.81 กก./ตัว จึงอาจทำให้ไก่ได้รับสารอาหารไม่พอเพียง การตอบสนองด้านอัตราการเจริญเติบโตจึงด้อยลงไป และจะเห็นผลนี้อย่างชัดเจนเมื่อยิ่งเพิ่มระดับการใช้ถั่วพร้าในอาหาร ตรงข้ามกับผลการศึกษาของตั้งทวีวิพัฒน์และอิเลียต (2531) ที่ใช้เมล็ดถั่วมะแฮะเป็นอาหารไก่เนื้อ ถึงแม้ว่าถั่วมะแฮะจะมีสารยับยั้งทริพซินสูงกว่าถั่วพร้าก็ตาม ไก่ยังกินอาหารได้มากขึ้น เมื่อเพิ่มระดับการใช้ถั่วมะแฮะในสูตรอาหาร ซึ่งถั่วมะแฮะไม่มีกลิ่นที่ไม่ชวนกิน เปลือกหุ้มเมล็ดค่อนข้างบางและอ่อนกว่า และประกอบกับการทดลองครั้งนั้นใช้น้ำมันถั่วเหลืองที่หอมชวนกิน ไปเพิ่มปริมาณการกินอาหารอีกด้วย จึงทำให้ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารมีถั่วมะแฮะระดับต่าง ๆ มีน้ำหนักตัวเพิ่มไม่แตกต่างกัน แต่ประสิทธิภาพการใช้อาหารเลวลง เมื่อยิ่งเพิ่มระดับการใช้ถั่วมะแฮะในอาหาร

สำหรับผลการเพิ่มน้ำหนักตับอ่อนของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีถั่วพร้าในสูตรอาหาร (ตารางที่ 7) มีสาเหตุมาจากถั่วพร้ามีสารยับยั้งการนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ชนิดทริพซินและไคโมทริพซิน (Duke, 1981) ตับอ่อนจึงขยายตัวเพื่อเพิ่มการขับน้ำย่อยโปรตีน (Pancreatic protease enzymes) ออกมาชดเชยกับน้ำย่อยโปรตีนที่ถูกขัดขวางด้วยสารยับยั้งทริพซินและไคโมทริพซิน (Schneeman *et al.*, 1977 ., Struthers and MacDonald, 1983 และ Temler *et al.*, 1984) โดยสัตว์เกิดการสูญเสียกรดอะมิโนในกลุ่มกำมะถัน ซึ่งสูญเสียในรูปน้ำย่อยที่ถูกขับออกมามากกว่าปกติ จึงควรมีการชดเชยกรดอะมิโนในกลุ่มกำมะถันในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น (Frost and Mann, 1966 และ Khayambashi and Lyman, 1966) ผลการเพิ่มน้ำหนักตับอ่อนนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของตั้งทวีวิพัฒน์และอิเลียต (2531) โดยใช้ถั่วมะแฮะเป็นอาหารไก่เนื้อมาก่อนนี้แล้ว

อัตราแลกน้ำหนักของไก่เนื้อทั้งที่ใช้และไม่ใช้ถั่วพร้าในการทดลองครั้งนี้ สูงกว่ามาตรฐานประมาณ 12% อาจมีผลมาจากการเลี้ยงไก่ชุดนี้เลี้ยงในหน้าฝน ฝนตกค่อนข้างบ่อย เมื่อทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลที่ช่วงไก่อายุ 4 สัปดาห์ ไก่มีอาการแพ้วัคซีนให้เห็น ประกอบกับผู้

เลี้ยงกระตุ้นไก่ให้กินอาหารไม่บ่อย และอาจมีสาเหตุรวมมาจากการจัดการทั่ว ๆ ไปไม่เข้มงวดพอ นอกจากนี้ในส่วนของการใช้สารผสมล่วงหน้า (Premix) ไม่สามารถจัดซื้อชนิดไก่เนื้อได้ ทำให้การทดลองครั้งนี้จำต้องใช้สารผสมล่วงหน้าชนิดไก่ไข่ ซึ่งมีระดับไวตามินแร่ธาตุบางตัวที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารผสมล่วงหน้าชนิดไก่ไข่ ไม่มีสารเร่งการเจริญเติบโต ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในอาหารไก่เนื้อ จึงอาจส่งผลให้ไก่มีการเจริญเติบโตไม่เต็มที่ และไก่ยังกินอาหารได้ต่ำกว่ามาตรฐานที่เลี้ยงตามฟาร์มทั่ว ๆ ไปด้วย

อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่า การใช้ถั่วพร้าทุกระดับ (สูงสุด 20% ของสูตรอาหาร) ไม่มีผลต่ออัตราการตายของไก่เนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในหนูที่ได้รับอาหารผสมถั่วพร้าในระดับที่ทำให้อาหารผสมมีโปรตีน 10% (Bressani *et al.*, 1987) โดยคาดว่าระดับของสารพิษที่มีในเมล็ดถั่ว เป็นเพียงแค่ตัวยับยั้งมิให้สัตว์มีการเจริญเติบโตเต็มที่เท่าที่ควรเท่านั้น

สรุปผลการทดลอง

1. การใช้เมล็ดถั่วพร้า เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารไก่เนื้อ เมื่อใช้ที่ระดับ 10% จะไม่มีผลเสียต่ออัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการให้อาหาร

2. การใช้ถั่วพร้าเป็นอาหารไก่เนื้อ มีผลทำให้ตับอ่อนขยายตัวตามการเพิ่มระดับการใช้ถั่วพร้าในอาหาร

3. หากคำนวณราคาของเมล็ดถั่วพร้าเป็น 1/3 ของราคากากถั่วเหลือง จะสามารถใช้ถั่วพร้าในอาหารไก่เนื้อได้สูง 20% โดยไม่มีผลเสียทางเศรษฐกิจ แต่ได้น้ำหนักเนื้อไก่ต่ำกว่าปกติเล็กน้อย ซึ่งเหมาะสำหรับการนำผลไปส่งเสริมให้กับเกษตรกรในชนบทที่ปลูกถั่วพร้าเป็นพืชคลุมดินให้นำเมล็ดมาใช้เลี้ยงสัตว์

ข้อเสนอแนะจากผลการทดลอง

1. ในกรณีของเกษตรกรรายย่อยที่ปลูกถั่วพร้าเป็นพืชคลุมดิน เมล็ดจะกลายเป็นผลพลอยได้ เมื่อนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ในระบบหลังบ้านที่ไม่มีการเร่งรัดผลผลิต การใช้ถั่วพร้าแม้ว่าจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารเลวกว่ากลุ่มเปรียบเทียบก็ตาม แต่ก็ยังไม่นับว่าเป็นผลเสียหายที่ร้ายแรง ทั้งนี้เพราะถั่วพร้าสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อถั่วพร้าถือว่าเป็นผลพลอยได้ดังที่กล่าวมาแล้ว

2. ควรมีการศึกษาถึงค่าโลหิตวิทยา เพื่อเป็นแนวทางในการลดพิษเมื่อมีการใช้ถั่วพร้าเป็นอาหารสัตว์ต่อไป

3. ควรมีการศึกษาการใช้ถั่วพร้าเป็นอาหารไก่พื้นเมืองโดยตรง เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการเลี้ยงสัตว์ที่แท้จริงของเกษตรกรรายย่อย

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ Mr. Claus Prinz แห่งโรงพยาบาลแมคเคน ที่ได้มอบเมล็ดถั่วพร้า สำหรับใช้ในการทดลองครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณสอิ้งมาศ ฐานมั่น ที่ช่วยดำเนินการด้านการจัดการและเลี้ยงดูลูกไก่ตั้งแต่เริ่มแรกจนเสร็จสิ้นการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

จันทลักขณา, จรัญ. (2523). สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช,กรุงเทพ.

ตั้งทวีวิพัฒน์, สุชน. และ อิเลียต, โรเบิร์ต. (2531). การใช้เมล็ดถั่วมะแฮะเพื่อเป็นอาหารสัตว์ปีก. 2. ใช้ถั่วมะแฮะเป็นแหล่งโปรตีน/พลังงานในอาหารไก่เนื้อ. รายงานการประชุมวิชาการเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 26. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

ตั้งทวีวิพัฒน์, สุชน. เวียรศิลป์, เทอดชัย.และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2531). การหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของข้าวเปลือกบดและถั่วมะแฮะบด โดยวิธีการแทนที่ส่วนของอาหารเปรียบเทียบ และการใช้เป็นอาหารเดี่ยวในสัตว์ปีก. ว.เกษตร. 4(2):108-121.

Association of Official Analytical Chemists. (1980). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

Bressani, R. , Brenes, R.G. , Garcia, A. and Elias, L.G. (1987). Chemical composition, amino acid content and protein quality of *Canavalia* spp. seeds. J. Sci. Food Agric. 40 : 17-23.

Duke, J.A. (1977). Phytotoxin tables, Crit. Rev. Toxicol. 5(3) : 189-237.

Duke, J.A. (1981). Handbook of legumes of world economic importance. New York : Plenum Press.

Frost, A.B. and Mann. G.V. (1966). Effect of cystine deficiency and trypsin inhibitor on the metabolism of methionine. J. Nutr. 89:49-54.

Khayambashi, H. and Lyman, R.L. (1966). Growth depression and pancreatic and intestinal changes in rats force-fed amino acid diets containing soybean trypsin inhibitor. J. Nutr. 89:455-464.

Naumann, K. and Bassler, R. (1976). Methodenbuch Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Verlag J. Neumann - Neudamm, W. Germany.

Schneeman, B.O. , Chang, L., Smith, L.B. and Lyman, R.L. (1977). Effect of dietary amino acids, casein and soybean trypsin inhibitor on pancreatic protein secretion in rats. J. Nutr. 107:281-288.

Struthers, B.J. and MacDonald, J.R. (1983). Comparative inhibition of trypsins from several species by soybean trypsin inhibitors. J. Nutr. 113:800-804.

Temler, R.S. , Dormond, C.A. , Simon, E. , Morel, B. and Mettraux, C. (1984). Response of rat pancreatic proteases to dietary proteins, their hydrolysates and soybean trypsin inhibitor. J. Nutr. 114:270-278.

รายนามผู้ให้ความสนับสนุนในการจัดพิมพ์วารสารเกษตร

1. สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย
2. บริษัท มอนซานโต้ ไทยแลนด์ จำกัด

" 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 5 NO.2 MAY-AUGUST 1989

ISSN 0857 - 0841