PN-ABC-877

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
WASHINGTON, D.C. 20523

DATE: 7/29/88

MEMORANDUM

TO: AID/PPC/CDIE/DI, room 209 SA-18

FROM: AID/SCI, Victoria Ose

SUBJECT: Transmittal of AID/SCI Progress Report(s)

Attached for permanent retention/proper disposition is the following:

AID/SCI Progress Report No. C5-301
PR #2
PR #3
PR #4
PR #5

Attachment

C5-301

PROGRESS REPORT NO. 5

CASHEW NUT COMPACT SIZED SHELLER

A RESEARCH PROJECT

GRANT NO. 936-5544-G-00-5086-00

SUBMITTED BY

THAVACHAI THIVAVARNVONGS

PROJECT LEADER

DEPARTMENT OF AGRICULTURAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KHON KAEN UNIVERSITY

KHON KAEN 40002, THAILAND

Rec'd for SCI: JUL 20 1988

PROJECT PROFILE

Country	:	Thailand
Grant No.	:	936-5544-G-00-5086-00
Program	:	U.S.-Israel Cooperative Development Research Program
Project Title	:	Cashew Nut Compact Sized Sheller Project
Project Leader	:	Assoc. Prof. Thavachai Thivavarnvongs
Organization	:	Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Thailand
Co-investigators/ Consultants	:	-Dr. Yoav Sarig (Institute of Agricultural Engineering, Bet Dagan, Israel) -Dr. Winit Chinsuwan (Khon Kaen University, Thailand)
Authorized Officer	:	Robert F. barnes
Total Project Budget	:	US $149,600
Project Duration	:	September 1985 - September 1988
Reporting Period	:	October 1987 - March 1988
Budget Allocation for This Period	:	US $25,020

CONTENTS

		Page
1.	Background	1
2.	Objectives	2
3.	Materials and Methods	3
4.	Results / Discussion	4
5.	Conclusion / Remarks	9
6.	Workplan for the Next Period	10
7.	Pictures	11
8.	Appendices	–

1. BACKGROUND

The fourth progress report of the project covered the research work carried out in the second half of the second year which included the field testing/evaluation and further refinement/perfection work on the Model AE(KKU)2 sheller, with satisfactory results judging from great improvements made in both the performance and appearance of the sheller. Special emphasis was put on the dissemination work on the sheller through more means : (i) publication in a popular daily newspaper 'The Bangkok Post' in April 1988, (ii) winning of the 3rd prize of the Model AE(KKU)2 sheller in the nationwide '1987 Competition of Inventions Using Appropriate Technology' organized by the Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage, and (iii) the presentation of research papers at a seminar on 'Technology for Rural Development' (in Thai) in Khon Kaen and at a conference organized by USAID-Bangkok in Nakhon Pathom, both in July 1988.

The research work to be carried out in the first half of the third (final) year of the project was the continuation of the dissemination work, while an initial design/construction work on the prototype of a semi-automatic sheller should start at this stage. There will be an exchange of visits between the KKU research team and the Israeli co-investigator/consultant in order to collaborate on the remaining task of the project.

2. OBJECTIVES

The specific objectives of the research work for the fifth half-year period of the project were to :

1. carry out further dissemination work of the sheller through various means,

2. commence work on the design/construction of a prototype of the semi-automatic sheller, and

3. effect the exchange of visits between the KKU research team and the Israeli co-investigator/consultant in order to collaborate on the remaining research task.

3. MATERIALS AND METHODS

3.1 The dissemination work of the project was to continue with the following immediate targets :

3.1.1 Publication of a research paper in the Thai Agricultural Engineering Journal.

3.1.2 An exhibition at the Khon Kaen Silk Festival, scheduled to take place during November 29 - December 8, 1987.

3.1.3 An exhibition at the National Agriculture Day at Bangkhen, Bangkok, scheduled to take place during January 30 - February 1988.

3.2 The preliminary design/construction work of a semi-automatic sheller involved the following steps :

(i) Intuitive consideration of a possible machine, being semi-automatic in the sense that the feeding of the nuts onto the machine was done manually, whereas the shell cutting and twisting, same as in the case of the hand operated Model AE(KKU)2 sheller, would be done automatically.

(ii) Synthesis of a possible mechanism for the semi-automatic action. This was the most difficult part of the overall research work because it would be <u>an invention</u> of a specific mechanism.

(iii) Construction of the initial prototype which involved considerable trials-and-errors techniques to be applied.

(iv) Testing of the mechanism's workability, to be followed by an intensive modification/redesign work on machine parts in order to improve the whole machine.

3.3 The exchange of visits was scheduled as : (i) the KKU research team to travel to Israel in order to discuss the proposed design and obtain suggestion/advice from the Israeli side, and to take place near the end of October 1988, and (ii) the Israeli co-investigator/consultant to travel to Thailand in order to help evaluate the semi-automatic sheller and give the necessary consultation for the remaining task of the project, and to take place around mid-December 1988.

4. RESULTS / DISCUSSION

4.1 The following dissemination work was carried out during this reporting period :

4.1.1 Publication. A paper entitled 'The Model AE(KKU)2 Cashew Nut Sheller' (in Thai) was published in the September-December 1988 issue of the Thai Agricultural Engineering Journal, whose distribution was countrywide.

4.1.2 Exhibition at the Khon Kaen Silk Festival. The festival took place during November 29 - December 8, 1987 and drew people from all the provinces of the Northeast, together with people from elsewhere. The Project's exhibits included informative posters on the research work and the Model AE(KKU)2 prototypes to be demonstrated to interested people (Pictures 1 and 2). Leaflets on the sheller were prepared and distributed to people and it could be concluded that the Project's participation was one of the University's best which attracted most people.

4.1.3 Exhibition at the National Agriculture day. The annual National Agriculture Day for this year took place at Bangkhen, Bangkok, during January 30 - February 7, 1988. For this exhibition, the Project obtained cooperation from the Horticultural Research Center of Sri sa ket, Department of Agriculture, to exhibit and demonstrate the Model AE(KKU)2 sheller, along with other types of sheller which the Center had. It was reported that throughout the whole exhibition there was much more interest shown on the Model AE(KKU)2 sheller because of its compactness, good performance and low cost. Many people wished to purchase the sheller on the spot but, unfortunately, the exhibited shellers were for demonstration only.

4.2 The preliminary design/construction work of the semi-automatic sheller gave the following results :

4.2.1 Design. The overall machine was designed on the basis of semi-automatic action, with the feeding of the nuts done manually. Therefore, the speed of the machine was governed by the maximum feeding speed of the hand. The speed of the machine and its potential capacity were estimated this way :

An estimated comfortable maximum hand feeding speed = 45 nuts/min
The capacity of the sheller would be = 45 x 60 = 2700 nuts/h
= 21600 nuts/day(8h)

Therefore, if the density of the nuts was in the range 140 - 150 nuts/kg, the capacity of the sheller would be approximately 150 kg/day which would mean that the sheller could shell 1 ton of cashew nuts within 7 days. Such figures were considered quite attractive to small-scale shelling industry for Thailand, especially if the machine cost was kept low.

The synthesis of a possible mechanism for the sheller is shown in Pictures 3 and 4. Here, the working principle is such that the nut conveying plate B is caused to rotate by the driving arm A. For every revolution of arm A, plate B rotates for approximately 150° as shown and the rest 210° it is left stationary. Such a move-then-stop mechanism as this is the key to the desired semi-automatic action of the sheller, because during the 'move' interval the nut is conveyed from one position to the next and then during the 'stop' interval the nut can be shelled using the press/twist actions of the Model AE(KKU)2 sheller incorporated on the driving shaft as shown.

4.2.2 Construction. A prototype of the semi-automatic sheller was constructed according to the above principle and details (Figure 1 and Picture 5). This machine was far more complex in the design and construction than the previously completed sheller, the Model AE(KKU)2. There were more parts, many of which were complex in shape, to be manufactured with high precision and therefore considerable workshop techniques had to be applied. For example, the plate cam had a twisted shape and had to be fixed in an exact position, consequently careful trials-and-errors technique had to be used in the construction of this piece before being certain that it could function satisfactorily.

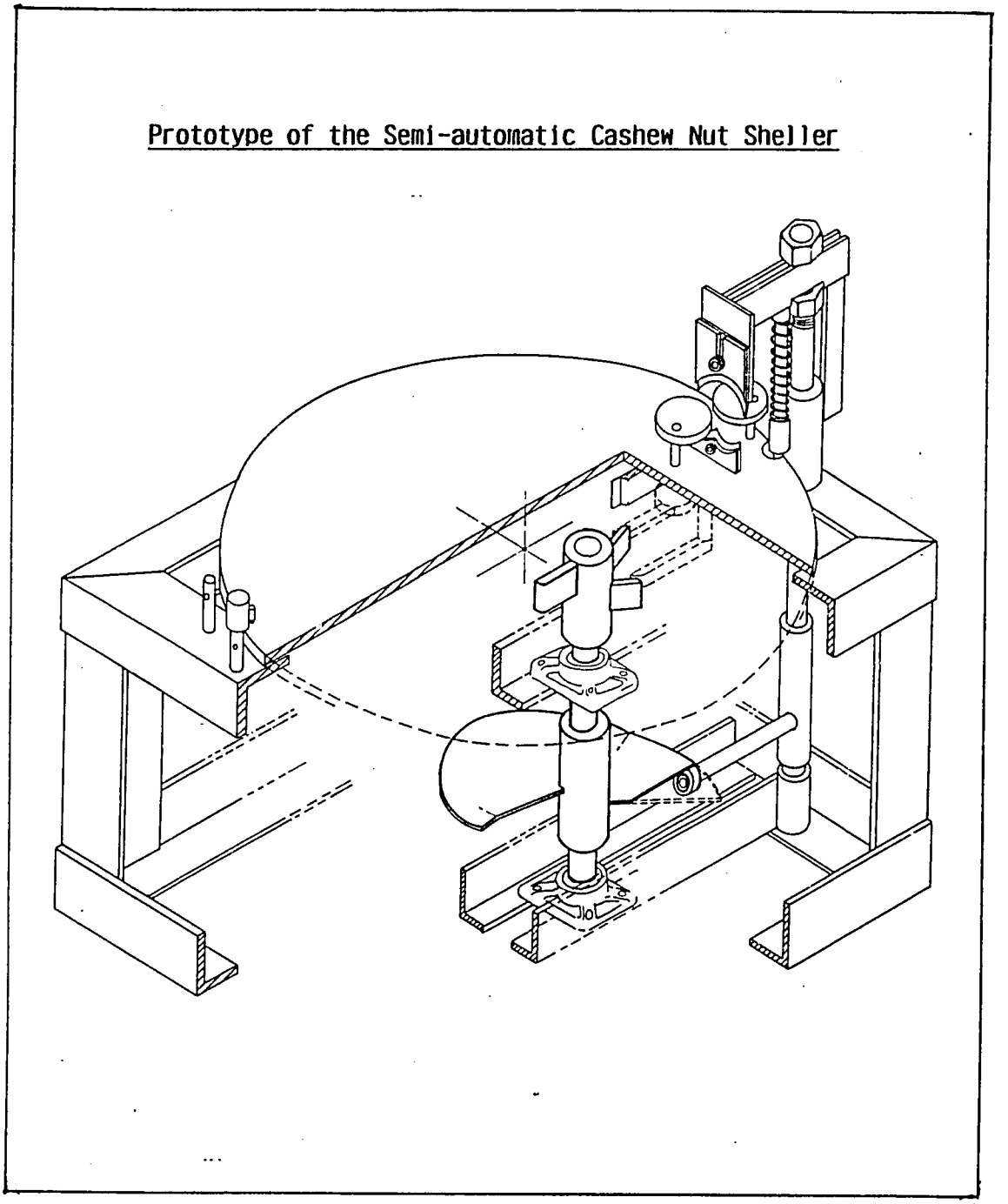


Figure 1. Prototype of the Semi-automatic Sheller.

4.2.3 Preliminary testing. The overall semi-automatic sheller was built and initially tested for its working mechanism. The power source for the machine at this stage was a hydraulic motor, which was specially useful for this testing because the driving speed could be varied according to needs. The proposed final sheller would have an electric motor as its power source. With the use of a driving shaft speed of approximately 30 rpm, the working mechanism of the machine functioned as proposed but improvements of certain parts had to be made in order to obtain smoothness and precision in the working of the whole machine. This testing was recorded in a video tape to be taken to Israel for consultation.

4.3 The exchange of visits between the KKU research team and the Israeli co-investigator/consultant of the project took place as follows :

4.3.1 Visit of the KKU's research team to Israel. The KKU's research team working on the compact sized cashew nut sheller to visit Israel, for the purpose of discussing the completed work on the Model AE(KKU)2 sheller and the proposed design on the semi-automatic sheller, were :

- Thavachai Thivavarnvongs ....principal investigator
- Dr.Winit Chinsuwan.....researcher/consultant
- Suchart Ngaecharoenkul.....research assistant.

The visit was scheduled during October 25 - November 13, 1988, and the result of this visit could be summarized as follows :

On the completed work on the Model AE(KKU)2 sheller : The Israeli co-investigator/consultant of the project, Dr. Y. Sarig-also the Director of the Institute of Agricultural Engineering, Agricultural Research Organization, The Volcani Center, Bet Dagan, together with his relevant research team (Picture 6) helped evaluate the sheller with the conclusion that the KKU research team had definitely headed in the right direction for the hand operated sheller and that the Model AE(KKU)2 sheller was the best it ought to be. They left a question for the Thai research team to think out whether the machine could be made cheaper by further simplifying certain components of the machine.

On the proposed design of the semi-automatic sheller : The KKU research team played the video tape showing the working mechanism of the built prototype to the Israeli research team. After viewing it, the Israeli research team discussed the mechanism with the Thai research team and came to a conclusion that it was a good and practical design. They were very impressed with the Thai research team and gave them encouraging remarks to carry out refinement and a good completion work on the semi-automatic sheller.

4.3.2 The 2nd visit of Dr.Y.Sarig to Thailand. Dr.Y. Sarig, the co-investigator/consultant of the project, was scheduled to travel to Thailand during December 12-25, 1988 to help evaluate the prototype of the semi-automatic sheller and give consultation as to how to improve the design/construction of the machine. The result of his visit could be summarized as his having great satisfaction with the design and construction of the prototype but pointing out that the overall cost of the machine had to be watched carefully. He remarked that, from his experience, an electric motor together with a reduction gear unit would cost quite high, therefore an attempt should be made to limit the cost of the power source unit while not lowering the desired quality of the driving power source. However, there was a tendency that the cost of such items, together with labor cost, in Asia would not be so high as in Israel or Europe, therefore the potential cost of the overall machine would be more reasonable when manufactured in Thailand. Dr.Sarig also gave advice on the refinement work of the machine in that, for this type of machine and apart from a good design of its mechanism, the quality of the final product would depend highly on the craftsmanship. The refinement work from then on, therefore, should emphasize the importance of extreme precision and care in the manufacture of machine parts and in the assembling of all the parts together.

5. CONCLUSION/REMARKS

The tasks carried out during this reporting period advanced first with the unfading emphasis on the dissemination of the research findings. More means of dissemination were attempted and yielded highly satisfactory results. The exhibition of the Model AE(KKU)2 sheller at both the Khon Kaen Silk Festival and the National Agriculture Day at Bangkhen proved to be worthwhile and very successful because it attracted great number of people constantly throughout the whole exhibition. As a result, the sheller was made more well known to the public than before.

The design/construction work on the prototype of a semi-automatic sheller was well under way. The prototype was given initial testing for its mechanism's workability and yielded satisfactory result. This would lead to the refinement and perfection of the semi-automatic sheller, to be disseminated soon in the final phase of the project.

In judging whether the research findings were successful or satisfactory, the research collaborator on the Israeli side proved to be very helpful because his evaluation of the research results, together with constructive remarks, helped make the research findings more complete and build more confidence on the Thai side. Therefore, the exchange of visits between the Thai and Israeli researchers for this purpose, such as that taking place in this reporting period, was most worthwhile.

6. WORKPLAN FOR THE NEXT PERIOD

Within the next reporting period of April-September 1988, the following activities will have been carried out and their results available for reporting :

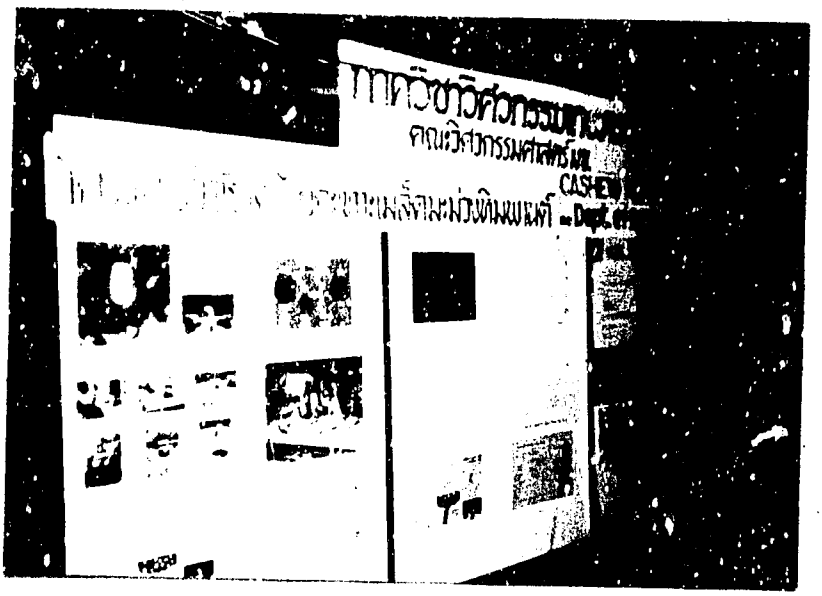
6.1 Refinement of the prototype of the semi-automatic sheller.

6.2 Testing and evaluation of the prototype.

6.3 Dissemination of both versions of the compact sized cashew nut shellers.

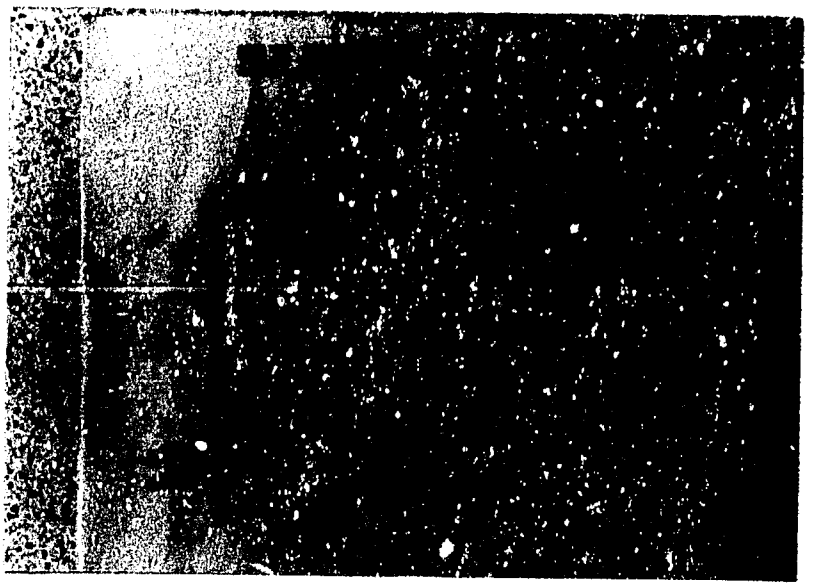
6.4 Conclusion of the research project and final report editing.

7. PICTURES



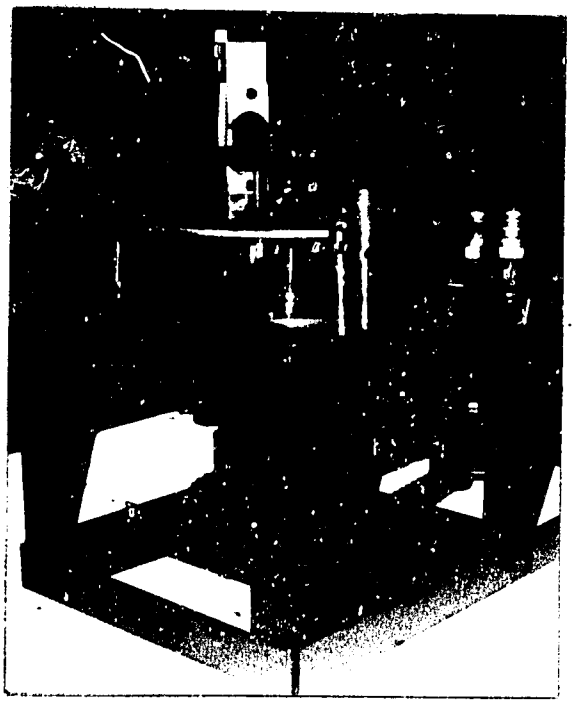
Picture 1. Poster exhibits at the Khon Kaen Silk Festival in Nov.-Dec. 1988.

Picture 2. Demonstration of the Model AE(KKU)2 Sheller at the Festival.



Picture 3. The synthesis of a nut conveying mechanism for the semi-automatic sheller.

Picture 4. The synthesis of a main driving shaft for the semi-automatic sheller.



Picture 5. The constructed prototype of the semi-automatic sheller.

Picture 6. Research collaboration between the Thai and Israeli research team at the Agricultural Engineering Institute, the Volcani Center, Israel.

C5-301

PROGRESS REPORT NO. 4

CASHEW NUT COMPACT SIZED SHELLER

A RESEARCH PROJECT

GRANT NO. 936-5544-G-00-5086-00

SUBMITTED BY

THAVACHAI THIVAVARNVONGS

PROJECT LEADER

DEPARTMENT OF AGRICULTURAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KHON KAEN UNIVERSITY

KHON KAEN 40002, THAILAND

Rec'd In SCI: JUL 20 1989

PROJECT PROFILE

Country	:	Thailand
Grant No.	:	936-5544-G-00-5086-00
Program	:	U.S.-Israel Cooperative Development Research Program
Project Title	:	Cashew Nut Compact Sized Sheller Project
Project Leader	:	Assoc. Prof. Thavachai Thivavarnvongs
Organization	:	Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Thailand
Co-investigators/ Consultants	:	-Dr. Yoav Sarig (Institute of Agricultural Engineering, Bet Dagan, Israel) -Dr. Winit Chinsuwan (Khon Kaen University, Thailand)
Authorized Officer	:	Robert F. barnes
Total Project Budget	:	US $149,600
Project Duration	:	September 1985 - September 1988
Reporting Period	:	April to September 1987
Budget Allocation for This Period	:	US $ 13,000

CONTENTS

		Page
1.	Background	1
2.	Objectives	2
3.	Materials and Methods	3
4.	Results / Discussion	4
5.	Conclusion / Remarks	6
6.	Workplan for the Next Period	7
7.	Pictures	8
8.	Appendices	10

1. BACKGROUND

The third progress report of the Cashew Nut Compact Sized Sheller Project covered the research work carried out in the first half of the second year which included the intensive modification/redesign work on the more promising hand operated sheller, resulting in the emergence of two new shellers, namely the Model AE(KKU)1 and Model AE(KKU)2. These two shellers were formally tested and evaluated in comparison with 4 other existing shellers procured in Thailand in order to identify the most promising sheller. The results from the performance test and economic analysis of all the shellers indicated that the Model AE(KKU)2 sheller was the best all round and most appropriate to introduce to cashew nut farmers and small manufacturers in Thailand. The dissemination work commenced with the presentation of a research paper (in Thai) entitled 'Comparison of the Performances between Manually Operated Cashew Nut Shellers' at the seminar on ' New Dimension in the Agricultural Development Using Appropriate Technology' at the Royal Irrigation Department, Bangkok, on March 26-27, 1987.

The research work to be carried out in the second half of the second year of the project was to concentrate upon the perfection of the Model AE(KKU)2 sheller and on the dissemination of this sheller through more means.

2. OBJECTIVES

The specific objectives of the research work for the fourth half-year of the project were to :

2.1 carry out further field testing and evaluation of the Model AE(KKU)2 sheller,

2.2 carry out further refinement and perfection of the Model AE(KKU)2 sheller, and

2.3 disseminate the Model AE(KKU)2 sheller through the following means :

2.3.1 Publication in a popular newspaper.

2.3.2 Entering of the Model AE(KKU)2 sheller in a prospective national competition of inventive machinery/tools for agricultural use.

2.3.3 Further presentation of research paper(s) at appropriate seminar/conferences.

3. MATERIALS AND METHODS

3.1 Further field testing and evaluation of the Model AE(KKU)2 sheller were considered necessary and equally important in contrast with the formal testing and evaluation under laboratory conditions. The field performance of the sheller would reveal whether the sheller was reliable and durable under actual working conditions. Therefore, a number of the Model AE(KKU)2 prototypes had to be manufactured and provided to cooperating villagers to use in the field for a suitably long period. Relevant data, such as those in Appendix B of Progress Report No. 2, were to be collected daily for the whole period and the results to be followed closely so that any improvement to be made could be carried out readily.

3.2 The results obtained such as described in 3.1 would enable the researchers to further refine and perfect the model AE(KKU)2 sheller while the long term performance testing was being carried out. Here, the intuitive, trials-and-errors and conclusive consideration such as discussed beforein the No. 3 report would play an important role again.

3.3 The dissemination of the Model AE(KKU)2 sheller would be done more through the following means :

3.3.1 Publication in a popular newspaper. The first target was the 'Bangkok Post' which was well recognized both regionally and internationally.

3.3.2 Entering of the Model AE(KKU)2 in a prospective national competition of inventive machinery/tools for agricultural use. Here, the target was the '1987 Competition of Inventions Using Appropriate Technology' organized by the Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage.

3.3.3 Presentation of the research papers was aimed at 2 upcoming seminar/conferences :

1. The 4th Seminar on 'Technology for Rural Development' at Khon Kaen Hotel, Khon Kaen, on July 16-17, 1987.

2. H.M.'s Fifth Cycle Commemorative Conference of USAID Science Research Award Grantees, at Silpakorn University-Tapkaew Campus and whale Hotel, Nakhon Pathom, on July 24-26, 1987.

4. RESULTS/DISCUSIION

4.1 The summary of results for the field testing/evaluation and the refinement/perfection work of the Model AE(KKU)2 sheller can be found in Appendix A of this report.

The activity during the long term field performance test is shown in Picture 1

The Model AE(KKU)2 sheller after refinement is shown in picture 2

4.2 The dissemination of the Model AE(KKU)2 sheller through various means yielded the following results :

4.2.1 Publication in the 'Bangkok Post'. An article entitled 'Helping Boost Cashew Nut Trade' was published in the Home Business Section of the April 10, 1987 issue of the Bangkok Post (Appendix B). This article was based upon the data obtained from the research findings of the project and after the publication there were responses from both inside and outside Thailand. There were letters and requests for further information from Rayong Province, Bangkok, Chiang Mai, Indonesians residing in Thailand, the Philippines and some company in Singapore.

4.2.2 Competition. The Model AE(KKU)2 sheller was entered in the '1987 Competition of Inventions Using Appropriate Technology' organized by the Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's

Patronage. The sheller was awarded the 3rd prize while no one was awarded the 1st prize. The 3rd prize plaque is shown in Picture 3 and another special plaque was also awarded by the university as shown in Picture 4.

4.2.3 Seminar/Conferences.

1. A paper entitled 'Cashew Nut compact Sized Sheller : Model AE(KKU)2' was presented at the H.M.'s Fifth Cycle Commemorative Conference of USAID Science Research Award Grantees, at Silpakorn University-Tapkaew Campus and Whale Hotel, Nakhon Pathom, on July 24-26, 1987. The paper is presented as Appendix A of this report.

2. A paper (in Thai) entitled 'The Model AE(KKU)2 Sheller' was presented at the 4th Seminar on 'Technology for Rural Development' at Khon Kaen Hotel, Khon Kaen, on July 16-17, 1987. The essence of this paper was very similar to that of the above mentioned paper and therefore was not presented as an appendix in this report.

5. CONCLUSION / REMARKS

The research work carried out in this reporting period emphasized, firstly, the importance of a further field testing/evaluation scheme to ensure the reliability of the sheller and a further refinement scheme in order to perfect the Model AE(KKU)2 sheller. The result obtained was satisfactory because there were many improvements made on the sheller's components and the final evaluation of the sheller's performance indicated better figures than before. The final appearance of the sheller was also paid attention to and improved wherever possible in order to make it look more attractive to the user. All these involved effort and time but seemed unavoidable if the sheller was to be popularized among the cashew nut farmers and small manufacturers.

Secondly, the importance of dissemination work can never be overemphasized. It is the most important pipeline joining the researcher and the end-user. As can be seen in this report, various means of dissemination work have been done and quite successfully too, but it was felt that much more still needs to be done in order that the research result should reach the end-users as much as possible. It has, therefore, been decided that the dissemination work on the Model AE(KKU)2 sheller should continue strongly although the sheller itself has reached an almost full satisfaction stage.

6. WORKPLAN FOR THE NEXT PERIOD

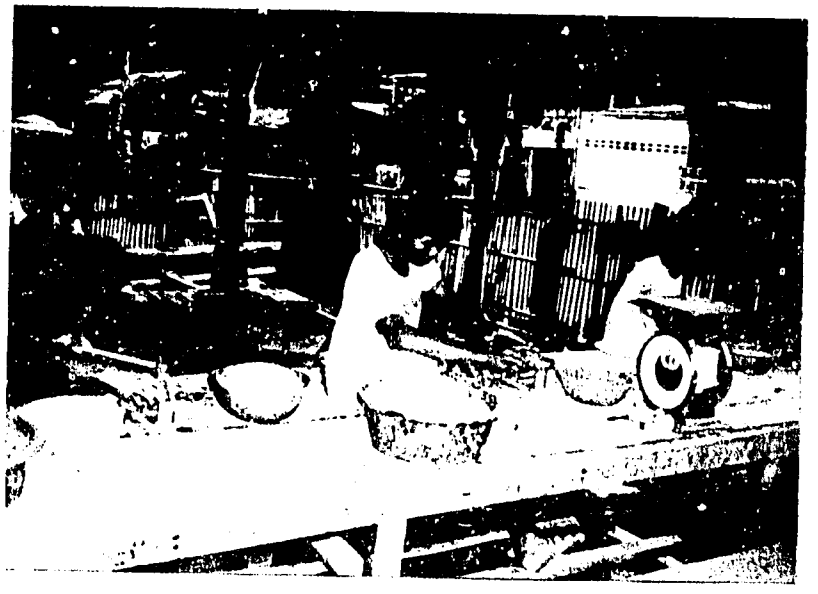
Witin the next reporting period of October 1987 - March 1988, the following activities will have been carried out and their results available for reporting :

6.1 Further dissemination work on the Model AE(KKU)2 sheller through various means,

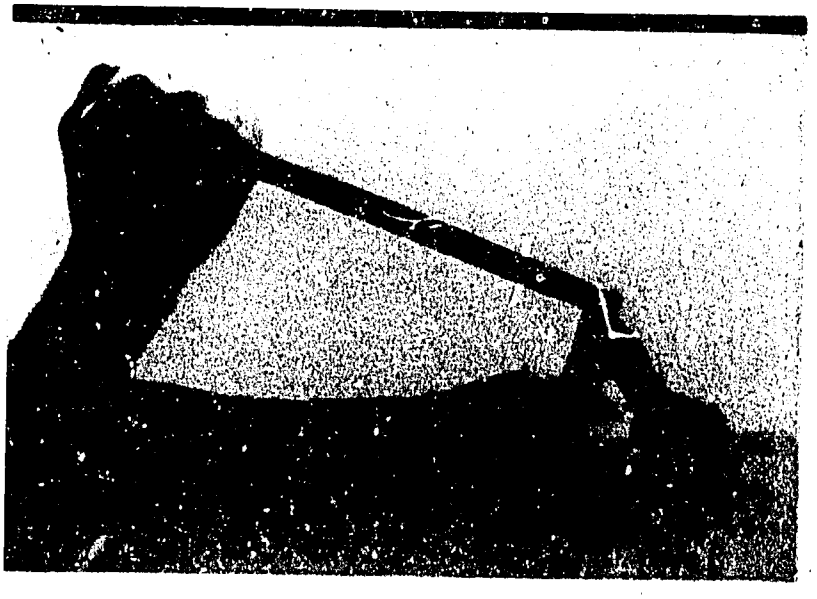
6.2 Initial design/construction of a semi-automatic sheller, and

6.3 Exchange of visits between the KKU research team and the Israeli co-investigator/consultant of the project in order to collaborate on the remaining research task of the project.

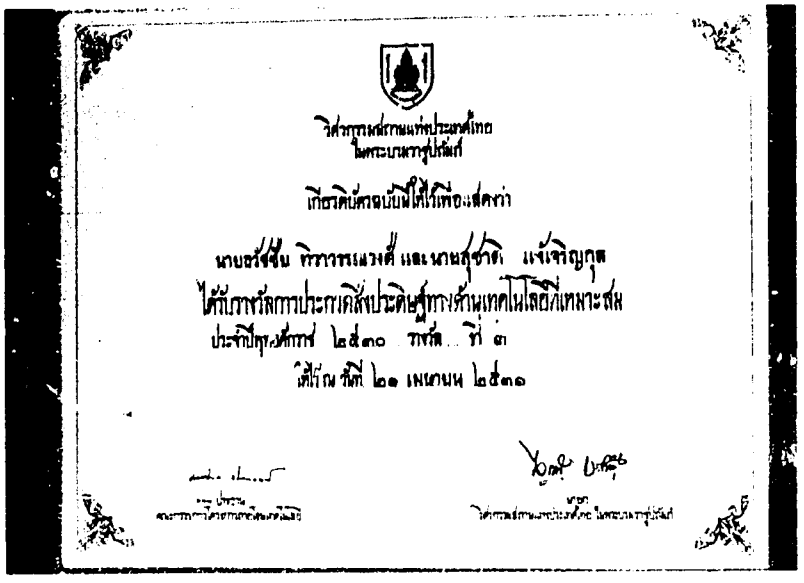
7. PICTURES



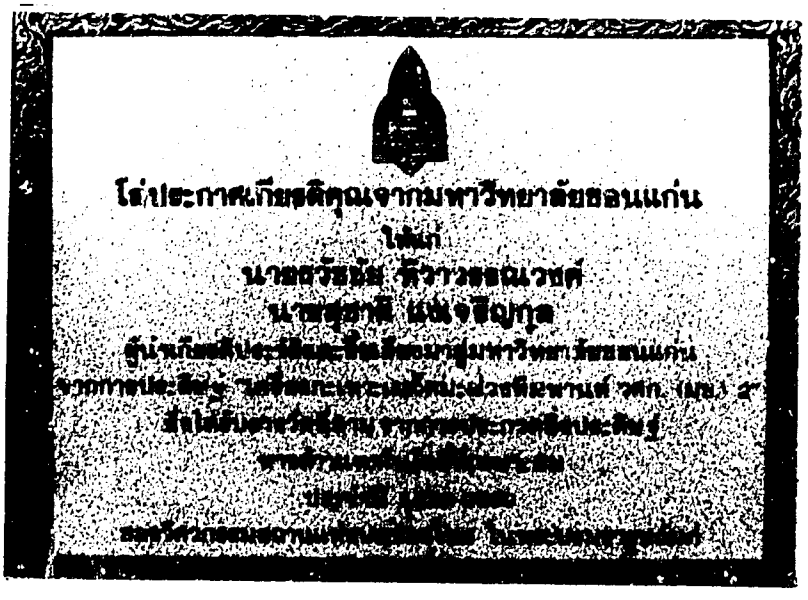
Picture 1. Long term field performance test of the Model AE(KKU)2 Sheller



Picture 2. The Model AE(KKU)2 sheller after refinement.



Picture 3. The plaque awarded by the Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage.



Picture 4. The plaque given by Khon Kaen University for a successful work on the Model AE(KKU)2.

8. APPENDICES

Appendix A : A paper entitled 'Cashew Nut Compact Sized Sheller: Model AE(KKU)2', presented at the H.M.'s Fifth Cycle Commemorative Conference of USAID Science Research Award Grantees, at Silpakorn University - Tapkaew Campus and Whale Hotel, Nakhon Pathom, on July 24-26, 1987.

Appendix B : An article entitled 'Helping Boost Cashew Nut Trade', published in the Home Business section of the April 10, 1987 issue of the Bangkok Post.

APPENDIX A

CASHEW NUT COMPACT SIZED SHELLER : MODEL AE(KKU)2

Thavachai Thivavarnvongs, Winit Chinsuwan and Suchart Ngaecharoenkul

Department of Agricultural Engineering, Khon Kaen University.

ABSTRACT

The Model AE(KKU)2 cashew nut sheller was designed and developed to give high shelling performance when compared with other existing manually operated shellers in Thailand. When used to shell cashew nuts whose density was approximately 170 nuts/kg, with medium-skilled operator and without pretreatment of the nuts, the obtained shelling rate was 0.68 kg (kernels)/h or 5.44 kg (kernels)/day (8h), with whole-kernel recovery of 85 %. The sheller had a compact size of 10 cm base width , 13 cm base length and 35 cm overall height, with a total weight of 1.5 kg. The Model AE(KKU)2 sheller had a proposed cost of 200 - 300 baht apiece and was expected to help cashew nut farmers and small manufacturers in Thailand sharply boost their income.

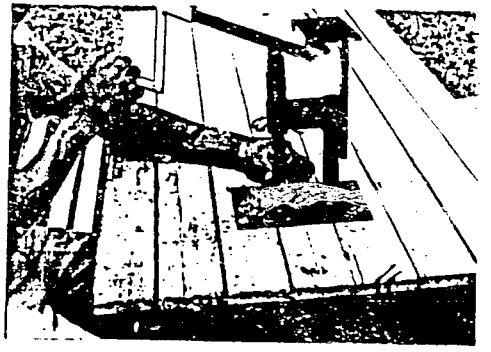
INTRODUCTION

Cashew nut is a rapidly emerging cash crop in Thailand. Shelled cashew nuts offer far greater local income and export potential than the unshelled variety. The local price of unshelled nuts is 10 - 25 baht/kg, compared with 120 - 250 baht/kg for shelled nuts. It takes about 3½ kg of unshelled nuts to make 1 kg of kernels and therefore a cashew nut farmer who shells his own nuts before sale can increase his income from the crop by 200 - 300 %. A survey carried out on cashew nut farmers and small manufacturers indicated that they needed a compact sized sheller which was inexpensive and could be manually operated, and another which had a higher shelling capacity and was power driven. The research project therefore concentrated first on the design and development of a manually operated sheller with emphasis on compactness, high performance and good economy.

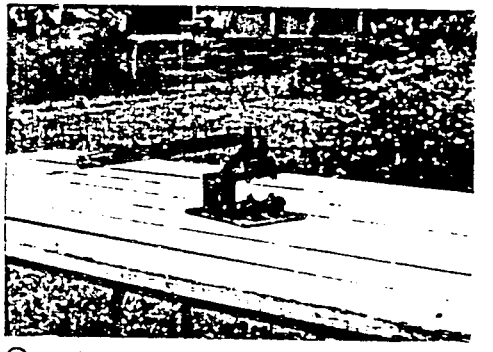
MATERIALS AND METHODS

Two versions of the hand-operated shellers were designed and constructed at Khon Kaen University, both with shelling mechanisms for i) cutting the cashew nut shell and ii) twisting the halved shells open. The two prototypes, namely the Model AE(KKU)1 and the Model AE(KKU)2, were tested and evaluated, both for their performance and economically, in comparison with 4 other versions of the manually operated shellers, all of which were procured in Thailand. The testing and evaluation were done in order to determine the most promising sheller(s) to be introduced to the cashew nut farmers and small manufacturers. The 6 prototypes of the manually operated shellers tested and evaluated were as shown in Figure 1.

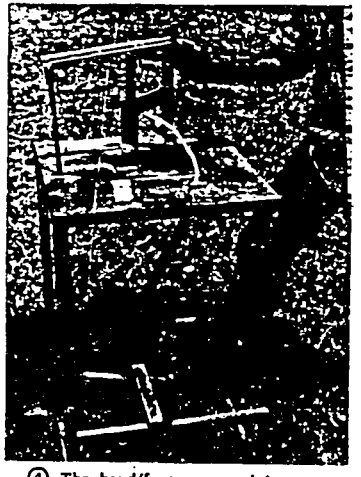
① The hand operated 'press-blade type' sheller.



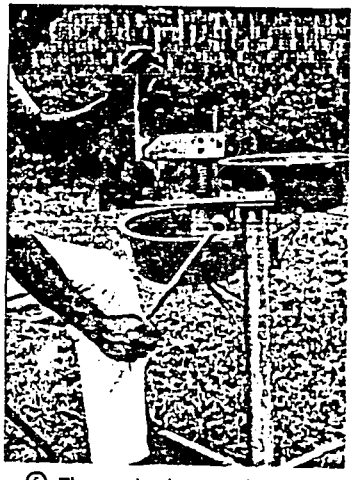
② The hand operated 'press/twist-blade type' sheller. (Model AE(KKU)1)



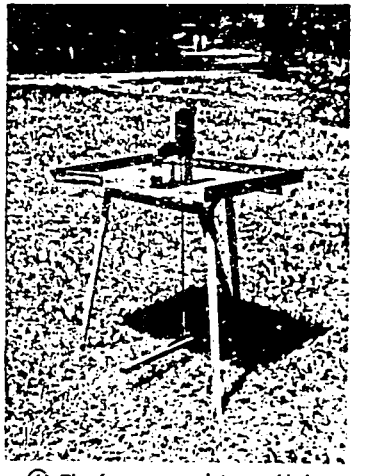
③ The hand operated 'press/twist-blade type' sheller. (Model AE(KKU)2)



④ The hand/foot operated 'press/separation-blade type' sheller.



⑤ The two hand operated 'press/separation-blade type' sheller.



⑥ The foot operated 'press-blade type' sheller.

Figure 1. Prototypes of the manually operated cashew nut shellers.

Factorial design was used and analysis of variance was employed for the interpretation of the test results. The performance of each sheller was evaluated by using the following indicators :

Shelling rate (kg/h) = weight of cashew kernels obtained per hour

$$\text{Whole-kernel recovery (\%)} = \frac{\text{wt. of whole kernels}}{\text{wt. of whole + broken kernels}} \times 100$$

The economy of each sheller was evaluated by considering the following :

- Breakeven amount of nuts to be shelled (kg/yr)
- Payback period (yr)
- Net profit (baht/yr)

RESULTS AND DISCUSSION

Testing and evaluation of the 6 versions of the manually operated shellers indicated that the Model AE(KKU)2 sheller was in the best performance group and offered the best breakeven amount to be shelled, payback period and net profit (1). The Model AE(KKU)2 sheller was then given a long term performance test covering a period of two months. The results indicated that the size and material of certain components had to be changed and that an additional component was necessary to ensure the machine's durability. The improved version of the sheller , its simple method of operation and its overall components are as shown in Figures 2, 3 and 4 respectively. The refinements done on the sheller were as follows :

1. The size of the fulcrum brackets was increased to 4 x 30 x 30 mm and the diameter of the pin was increased to 16 mm.

2. The lower blade holder, originally made from 4 mm thick steel strip, was changed to angle steel piece of 4 x 25 x 25 mm plus 3 mm thick steel strip.

3. The lower and upper blades, originally made from 3 mm thick steel bar, were changed to 1.5 mm thick flat spring steel.

4. The size of the spring was increased to i) 20 mm coil diameter and ii) 2.8 mm wire diameter, and the spring was wound from one whole wire.

5. The ring, originally not existing, was added in order to minimize the wearing out and the bending of the screw end of the press/twist lever.

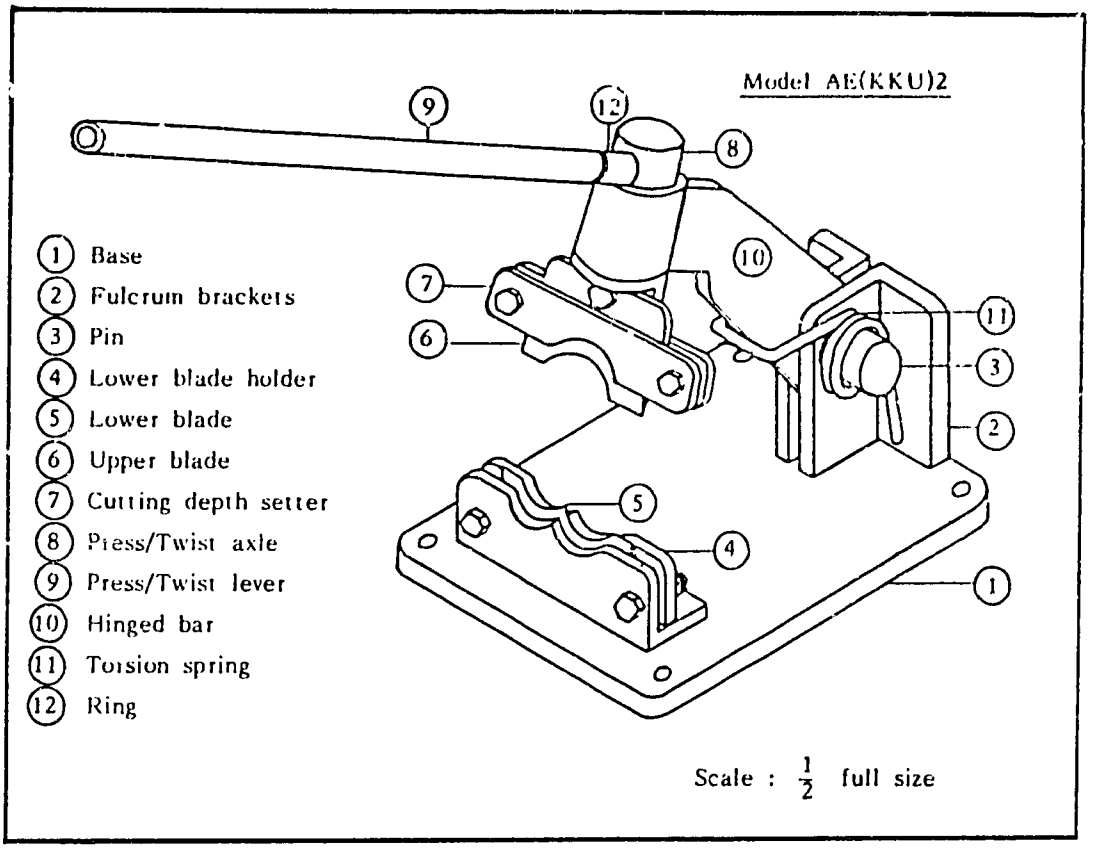
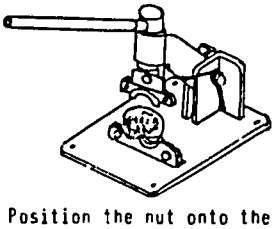
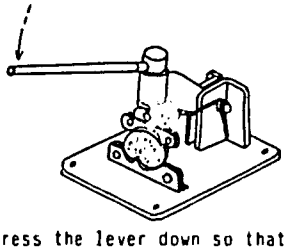


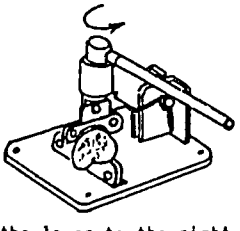
Figure 2. The hand operated 'press/twist-blade type' sheller.
(Model AE(KKU)2)



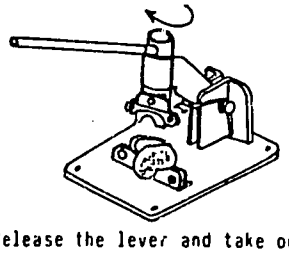
(a) Position the nut onto the lower blade.



(b) Press the lever down so that both the upper and lower blades cut into the shell.



(c) Twist the lever to the right or left to open up the halved shells.



(d) Release the lever and take out the shelled nut.

Figure 3. Operating procedure for the Model AE(KKU)2 sheller.

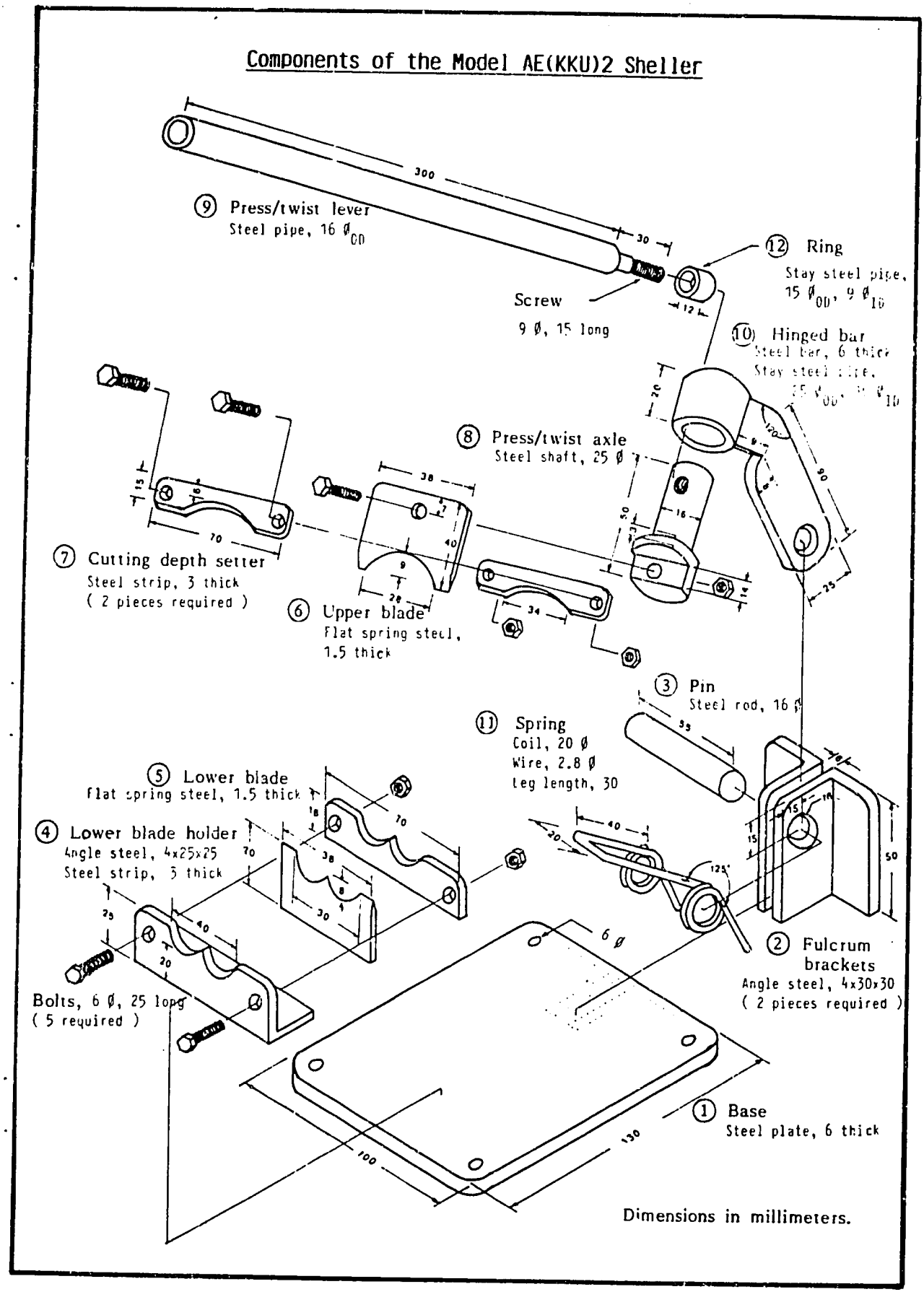


Figure 4. The disassembled Model AE(KKU)2 sheller.

The Model AE(KKU)2 sheller was again tested and the latest results obtained were as follows :

Shelling rate 0.68 kg (kernels)/h
(or 5.44 kg (kernels)/day(8h))

Whole-kernel recovery 85 %

(The test was carried out in June 1987 using raw nuts whose density was approximately 170 nuts/kg, with medium-skilled operator and without pretreatment of the nuts.)

For long term performance consideration, testing of the sheller during May - June 1987 indicated that it had the necessary durability because all the components functioned satisfactorily during operation and did not show signs of fatigue at the end of the two-month test.

The economic evaluation of the sheller are as shown in Figures 5, 6 and 7. The results show that the breakeven amount to be shelled and the payback period generally have low values in the practical range, thus ascertaining the cost-effectiveness of the machine. Figure 7 shows that the more the nuts are shelled the better the net profit is, therefore to obtain the highest possible profit the farmers or small manufacturers should make sure that they use the sheller to shell the maximum amount of cashew nuts.

REFERENCES

1. Thivavarnvongs, T., Chinsuwan, W. and Ngaecharoenkul, S. 1987. Comparison of the Performances between Manually Operated Cashew Nut Shellers. A paper presented at the seminar on 'New Dimension in the Agricultural Development Using Appropriate Technology' at the Royal Irrigation Department, Bangkok, on March 26-27, 1987. (in Thai)

บทคัดย่อ

เครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบ วศก.(มข.)2 ได้รับการออกแบบและพัฒนาให้เป็นเครื่องกะเทาะที่มีสมรรถนะสูงเมื่อเทียบกับเครื่องประเภทใช้แรงคนอื่น ๆ ที่มีใช้อยู่ในประเทศ โดยสามารถกะเทาะเมล็ดขนาดประมาณ 170 เมล็ด/กิโลกรัม ซึ่งไม่ต้องมีการเตรียมก่อนกะเทาะและใช้ผู้กะเทาะระดับความชำนาญปานกลาง ได้เมล็ดในอัตรา 0.68 กิโลกรัม/ชั่วโมงหรือ 5.44 กิโลกรัม/วัน (8 ชม.)และปริมาณเมล็ดในระกบคู่ 85% เครื่องกะเทาะนี้มีขนาดกะทัดรัด ฐานกว้าง 10 ซม × ยาว 13 ซม × สูง 35 ซม. น้ำหนัก 1.5 กิโลกรัม และราคา 200-300 บาท เป็นที่คาดหมายว่าเครื่องกะเทาะแบบ วศก.(มข.)2 จะอำนวยประโยชน์เพิ่มรายได้อย่างสูงให้กับเกษตรกรและผู้ประกอบอุตสาหกรรมกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ขนาดเล็กในประเทศไทย

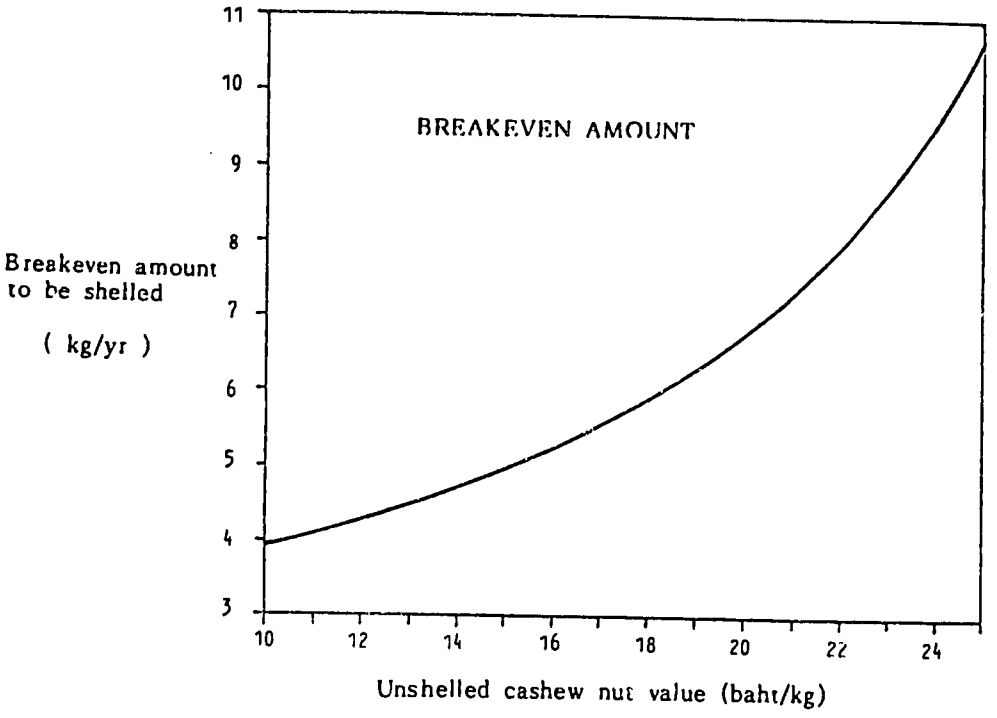


Figure 5. Relation between breakeven amount to be shelled and unshelled cashew nut value.

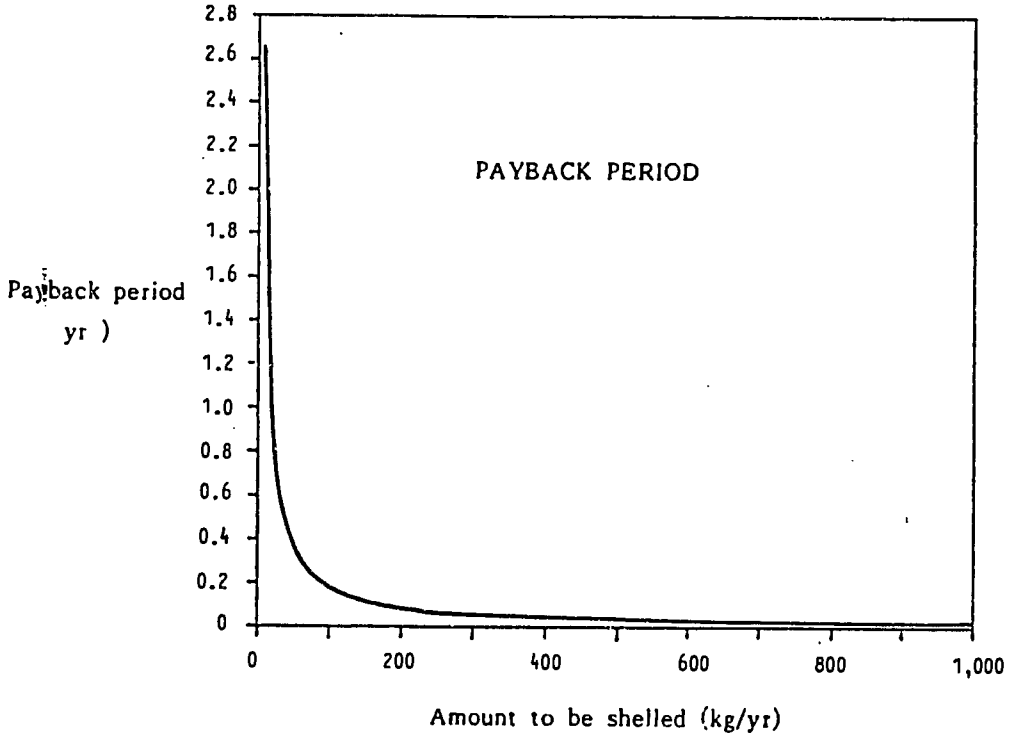


Figure 6. Relation between payback period and amount of cashew nuts to be shelled.

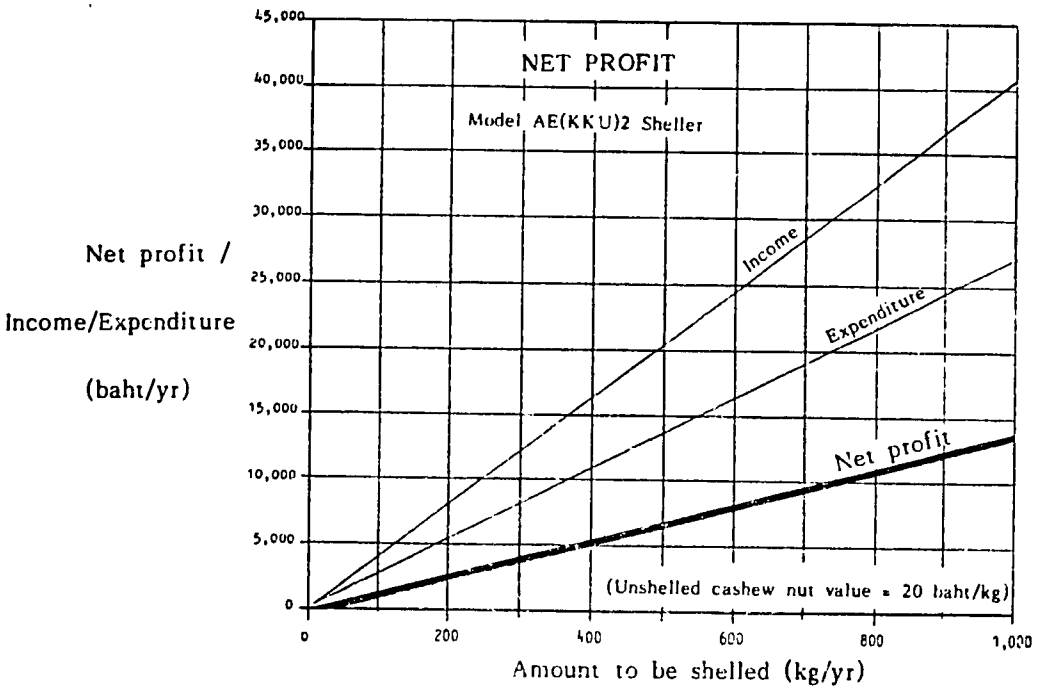


Figure 7. Relation between net profit and amount of cashew nuts to be shelled.

Note : The fixed and variable values used in the economic analysis were as follows :

1. Machine cost	250	฿
2. Machine life	5	yr (approx.)
3. Maintenance cost	10	% of machine cost
4. Shelling rate	0.68	kg/h
5. Whole-kernel recovery	85	%
6. Wages for shelling	15	฿/kg (kernels)
	(10	฿/h (approx.))
7. Wages for inner skin peeling	12	฿/kg (kernels)
8. Conversion ratio between wt. of unshelled nuts and wt. of kernels	3.5 : 1	
9. Unshelled cashew nut value	20	฿/kg
10. Whole-kernel price	150	฿/kg
11. Halved-kernel price	110	฿/kg

APPENDIX B

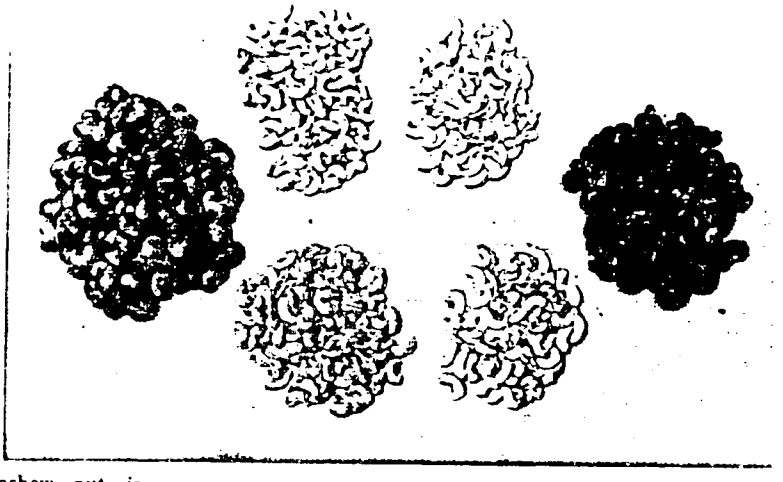
For Sale & Sound Investment
DHANA SIAM
A finance and securities company affiliated with Frasers Property Bureau and Siam Commercial Bank
5th Fl., Siathon Bldg. Wireless Rd.
Tel. 250-0250 (10 Lines)

Bangkok Post
Established in 1946

Vol. XLII No. 99 BANGKOK FRIDAY APRIL 10, 1987

18 บางกอกโพสต์ วันศุกร์ ที่ ๑๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๓๐ HOME BUSINESS BAN

Helping boost cashew nut trade



A JOINT US-Israel Cooperative Development Research Programme, led by Khon Kaen University's Assoc Prof Thavachai Thivavarnvongs, has developed what it claims is the most practical and economical cashew nut sheller available for the embryonic Thai cashew nut export industry.

The Model AE (KKU) 2 sheller, the second of the two shellers developed by the university's Deparment of Agricultural Engineering, was finally chosen as the best of the six shellers tested by the project team and will, therefore, be introduced to cashew nut farmers and small/medium sized manufacturers all over Thailand.

Chief among the advantages of the Model AE (KKU) 2 are its low cost and easy operation.

The machine, which is easily used by someone with minimal mechanical skills, will be made available for as little as 200-300 baht apiece. This compares with the high cost of some mechanical shellers such as the Oltermare processing plant in Tanzania which was set up in 1966 for a total cost of about $875,000.

Shelled cashew nuts offer far greater export potential than the unshelled variety. The local price of unshelled nuts is 8-16 baht per kg, compared with 130-180 baht per kg for shelled nuts.

It takes about 3.5 kg of unshelled nuts to make one kg of kernels. The project team estimates that a farmer who shells his own nuts before sale can increase his income from the crop by 300%.

Cashew nut is a rapidly emerging cash crop in Thailand and India. The crop was introduced in the South of Thailand some time ago and has proved commercially successful in that region. However, production had been mainly limited to domestic consumption.

RAINFALL

At first, it was wrongly believed that cashews would only grow well in the South where there is regular annual rainfall, but around 1960, the Horticulture Division of the Department of Agriculture planted cashew in the Northeast and discovered that cashew was evergreen and could withstand drought and poor soil conditions with minimal care. Fruit bearing was as good as in other regions.

Cultivation in the Northeast had the potential of improving rural cash income.

A US-Israel Cooperative Development Research Programme, under USAID sponsorship, is underway to develop the most suitable cashew nut sheller for Thailand, East African countries, India and other developing countries with cashew nut production potential.

The three-year project, which is being organised by Khon Kaen University's Department of Agricultural Engineering under the leadership of Assoc Prof Thavachai Thivavarnvongs, began in September 1985.

Already, the project has selected a manually operated sheller which it considers most appropriate for Thailand. The Model AE (KKU) 2 sheller was developed at Khon Kaen University and will be made available to farmers and small/medium-sized manufacturers at a low cost of 200-300 baht each.

Assisting Prof Thavachai in his research is Dr Yoav Sarig of Israel's Institute of Agricultural Engineering and Dr Winit Chinsuwan of Khon Kaen University.

promoting exports and improving cover for deforested lands to solve the drought problem.

Towards 1980, the Thai Government started to recognise these facts and established a policy to promote cashew nut production. Consequently, there has been successful promotion of cashew planting in the Northeast, starting with Loei Province and later Si Sa Ket, Ubon Ratchathani, Kalasin, Roi-Et and Nakhon Ratchasima provinces.

The latest available figures (1985) of Thailand's exports of cashew nuts show that approximately 114 million baht was earned from unshelled nuts and only 2.5 million baht or 13% of the total from shelled nuts.

Despite the income potential of shelled nuts as opposed to unshelled ones, problems with shelling have always existed and discouraged farmers from planting the crop.

The greatest difficulty has been the decortication or effective shelling of the nut, which resulted from the nature of the shell which consists of a very hard outer skin, an intermediate layer containing toxic oil and an inner skin. A good shelling method should ensure a fast and accurate operation resulting in a clean, toxin-free, unbroken whole kernel. All these qualities are essential to obtaining a good price for the kernel.

The shell itself has a high commercial value because the toxic oil in the intermediate layer, called CNSL (cashew nut shell liquid), comprises 90% anacardic acid and 10% cardol, which have numerous applications in the medical and industrial fields. The shell is worth at least 10% of the kernel price and is, therefore, an important by-product.

CRACKING

The ordinary methods used by farmers or factories to shell the cashew nuts have included cracking with a wooden hammer, burning the nuts followed by extraction of the kernels with a piece of metal, halving with a knife blade, pressing and cutting the shell with a pair of blades.

None of these methods have provided good results because the kernels are often broken, halved, fungi-formed or contaminated with toxic oil. Such kernels do not have good appeal, are unsafe for consumption and low in value.

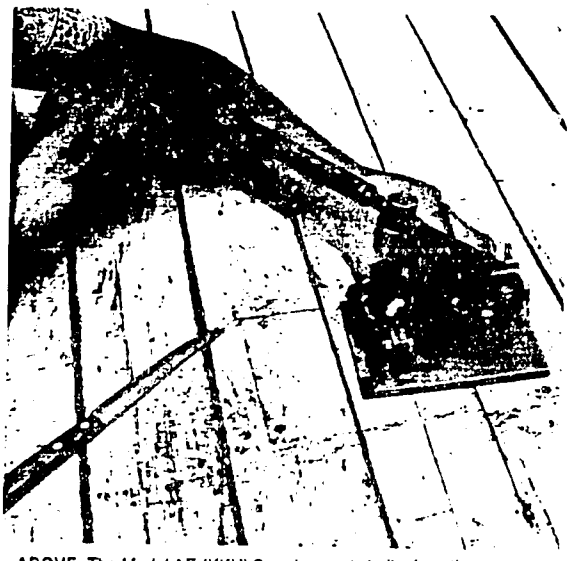
However, research has been carried out, especially in the cashew nut-producing countries, to find the most effective method of processing the nuts.

The Tropical Products Institute (TPI) in Culham, England, has done a substantial amount of research work for these countries and developed some standard processing methods. The methods essentially consist of roasting or heating the nuts in a bath of CNSL until the shells become crisp and then subjecting them to appropriate decortication devices.

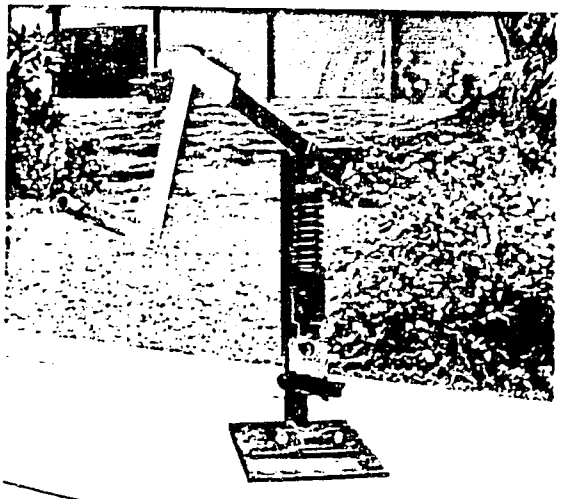
In Thailand, such standard methods are also currently used and, therefore, the existing shelling machines are of two main types: the manually operated press blade and the power-driven circular blade. The former has the disadvantage of requiring considerable operator skill and has low shelling capacity, whereas the latter has the disadvantage of requiring two uncontinuous operations of grooving then separating the shell, both on separate machines, and considerable operator skill as it is dangerous to operate.

Elsewhere, the more sophisticated method of centrifugal cracking has been researched by the TPI, but this is expensive to establish and the results do not necessarily live up to the costs involved.

In Israel, within the Division of Fruit Harvesting, Institute of Agricultural Engineering, research has been carried out on the mechanised cracking of nuts and a compact mechanical cracker for macadamia nuts developed. Israel's competitive advantage in this field has become obvious and, thus, it was decided that Thailand could benefit through collaborative efforts to tackle the same problem.



ABOVE: The Model AE (KKU) 2 cashew nut sheller in action.
BELOW: The Model AE (KKU) 1, one of the six cashew nut shellers ... the test.



COMPACT

In view of a definite need for a compact sheller, the difficulty involved in the shelling method, the large crops worldwide, especially those coming up in Thailand, and the potential capability of the collaborative effort, it was, therefore, decided appropriate to develop a low-cost, compact agricultural machine that could effectively and efficiently ensure a satisfactory process rate and produce quality kernels.

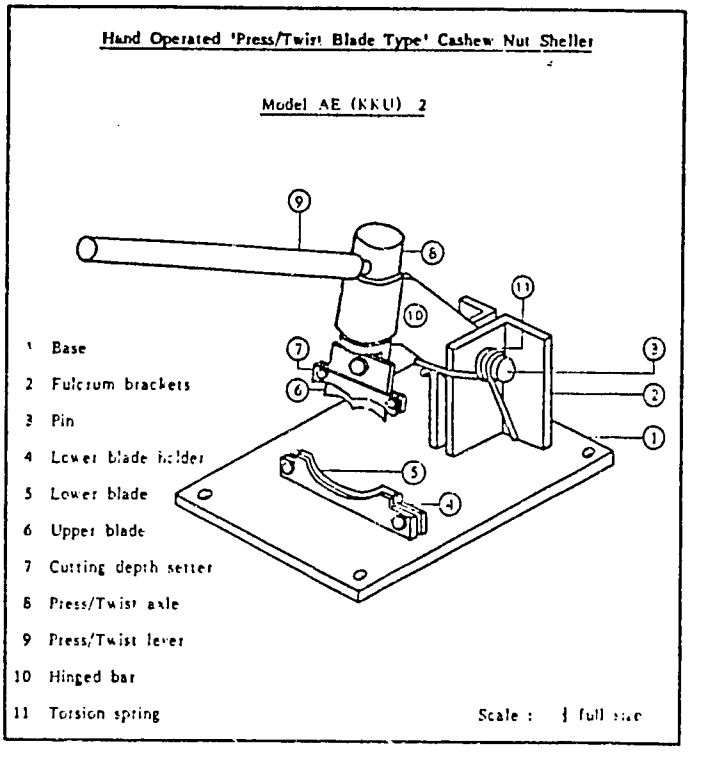
The overall objective of the US-Israel Cooperative Development Research Programme, under United States Agency for Industrial Development (USAID) sponsorship, organised by Khon Kaen University was to help cashew

nut farmers and small/medium-sized manufacturers shell cashew nuts more efficiently and effectively with higher ultimate quality and, thus, improve rural income.

The three-year project, which began in September 1985, had three specific objectives: to investigate and evaluate available cashew nut shellers; to modify and evaluate the most promising sheller with emphasis on compactness, reliability and economy; and to transfer the improved technology to users through demonstration, publication and expert consultation.

At the end of the project, it is expected that the following results will be achieved: all information will be assembled and available for the production of the most suitable compact-sized sheller; the information on suitable prototypes will be distributed; and impacts will have been realised on cashew nut production in Thailand, East African countries, India and other developing countries with cashew nut production potential.

A survey carried out by the project team found that cashew nut farmers and small/medium-sized manufacturers required a compact-sized cashew nut sheller which was inexpensive and could be manually operated and another which had a higher shelling capacity and was power-operated.



BLADE

It was found that existing cashew nut shellers in Thailand used a hand-operated press blade type with a shelling mechanism that could be modified and improved.

Two versions of the hand-operated shellers were designed and constructed at Khon Kaen University, both with improved shelling mechanisms for cutting the cashew nut shell and twisting the halved shells open.

Three other manually operated prototypes were procured and all six tested and evaluated for performance and economy in order to determine the best sheller.

The results of the testing and evaluation indicated that the hand-operated Model AE (KKU) 2 cashew nut sheller had the best performance and was the most economical. It was, therefore, decided to introduce this sheller to cashew nut farmers and small/medium sized manufacturers.

It was also decided that further research on cashew nut shelling would concentrate on the design and construction of a compact power-operated sheller.

The details of the Model AE (KKU) 2 approved by the programme are: cost, 200-300 baht per machine; and performance, a shelling capacity of 0.5 kg per hour with an 80% whole-kernel recovery rate.

The team estimated that for every 3.5 kg of unshelled nuts sold, the cashew nut farmer would get about 40 baht, whereas, if he shelled these nuts and sold one kg of kernels, he would receive 150 baht.

Each rai of cashew plantation averages 45 trees with a yield of six kg of unshelled nuts per tree or a total of 270 kg per rai. If the cashew nut farmer sells the nuts unshelled, he will receive about 3,000 baht per rai, whereas if he shells the nuts and sells them on the local market, he will receive more than 11,000 baht per rai.

It is expected that within a few years, if used widely, the Model AE (KKU) 2 cashew nut sheller will help cashew nut farmers all over Thailand earn millions of baht, especially those in the Northeast, exports of unshelled nuts will decrease and much more money in the cashew nut business will be saved and earned for Thailand.

PROGRESS REPORT NO. 3 C5-301

CASHEW NUT COMPACT SIZED SHELLER

A RESEARCH PROJECT

GRANT NO. 936-5544-G-00-5086-00

SUBMITTED BY

THAVACHAI THIVAVARNVONGS
PROJECT LEADER

DEPARTMENT OF AGRICULTURAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING, KHON KAEN UNIVERSITY
KHON KAEN 40002, THAILAND

Rec'd In SCI: JUL 20 1988

PROJECT PROFILE

Country	:	Thailand
Grant No.	:	936-5544-G-00-5086-00
Program	:	U.S.-Israel Cooperative Development Research Program
Project Title	:	Cashew Nut Compact Sized Sheller Project
Project Leader	:	Assoc. Prof. Thavachai Thivavarnvongs
Organization	:	Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Thailand
Co-investigators/ Consultants	:	-Dr. Yoav Sarig (Institute of Agricultural Engineering, Bet Dagan, Israel) -Dr. Winit Chinsuwan (Khon Kaen University, Thailand)
Authorized Officer	:	Robert F. barnes
Total Project Budget	:	US $149,600
Project Duration	:	September 1985 - September 1988
Reporting Period	:	October 1986 - March 1987
Budget Allocation for This Period	:	US $23,810

CONTENTS

		Page
1.	Background	1
2.	Objectives	1
3.	Materials and Methods	2
4.	Results / Discussion	4
5.	Conclusion / Remarks	9
6.	Workplan for the Next Period	10
7.	Pictures	11
8.	Appendices	14

1. BACKGROUND

The second progress report of the Cashew Nut Compact Sized Sheller Project covered the research work carried out in the second half of the first year of the project which included the survey on the need of cashew nut farmers in Northeastern Thailand for appropriate shellers, the initial testing/evaluation of the existing shellers procured in Thailand and the modification/redesign of the more promising shellers.

The research work to be carried out in the following half year was scheduled to cover an intensive modification/redesign work on the more promising shellers, to be followed by a formal testing/evaluation scheme in order to identify the most promising sheller, and the dissemination of the research finding through appropriate means.

2. OBJECTIVES

The specific objectives of the work for the third half year of the project were to :

1. carry out an intensive modification/redesign of the hand operated sheller so that more promising sheller(s) would be obtained,

2. carry out a formal testing/evaluation of all the relevant shellers using factorial design and analysis of variance in order to identify the most promising sheller, and

3. disseminate the research finding through appropriate means.

3. MATERIALS AND METHODS

3.1 The intensive modification/redesign work on the hand operated sheller involved the following steps :

(i) Intuitive study of the existing mechanism of the sheller with proposed means to improve it.

(ii) Trials and errors on machine components.

(iii) Refinement on machine components and the overall design of the machine.

(iv) Conclusive design/construction of the prototype.

(v) Preliminary testing of the prototype.

3.2 The formal testing and evaluation of all the relevant shellers in comparison with each other were based on the following methods :

3.2.1 Factorial design and analysis of variance. For each sheller under testing, its performance was determined using the following indicators :

(i) shelling capacity, kg(kernels)/h.

(ii) shelling efficiency, %.

(iii) whole kernel recovery, %.

The variables that might have effects on these indicators were :

- type of sheller
- operator on the sheller
- day of shelling test

These variables would be randomized in such a way that between all the days of shelling test, every operator would pair with every type of sheller.

3.2.2 Economic analysis. Each type of sheller was analysed according to its economy, with the following indicators :

(i) break-even point, kg/yr.

(ii) payback period, yr.

(iii) net profit, ฿/yr.

3.3 The dissemination of the research finding could commence appropriately with the presentation of a research paper at an upcoming seminar/conference on such a theme as appropriate technology for rural development.

4. RESULTS/DISCUSSION

4.1 The intensive modification/redesign work on the hand operated sheller followed the steps as set out in 3.1 and the results could be summarized as follows :

(i) The hand operated 'press/twist blade type' sheller : Model AE(KKU)1.

This sheller (Figure 1 and Picture 1) was the first result of modification done on the hand operated press-blade type sheller, with a successful attempt to add a twisting action of the upper blade of the sheller to the preceding cutting action. A preliminary testing of this sheller was carried out, using the same conditions as those for the previous initial testing, and the result on its performance was obtained as follows :

- shelling capacity : 0.3 kg(kernels)/h
- whole kernel recovery : 68 %

(ii) The hand operated 'press/twist blade type' sheller : Model AE(KKU)2.

This sheller (Figure 2 and Picture 2) was a redesign of the Model AE(KKU)1 sheller on the basis of making the sheller more compact and more economical while maintaining the same principle of shelling. The changes and differences in the design of the two shellers can be compared between Figure 1 and Figure 2. The comparative compactness and cost of the two shellers could be summarized as follows :

	Model AE(KKU)1	Model AE(KKU)2
- Overall weight	3.5 kg	1.5 kg
- Overall height	45 cm	35 cm
- Cost	approx. 350 ฿	approx. 250 ฿

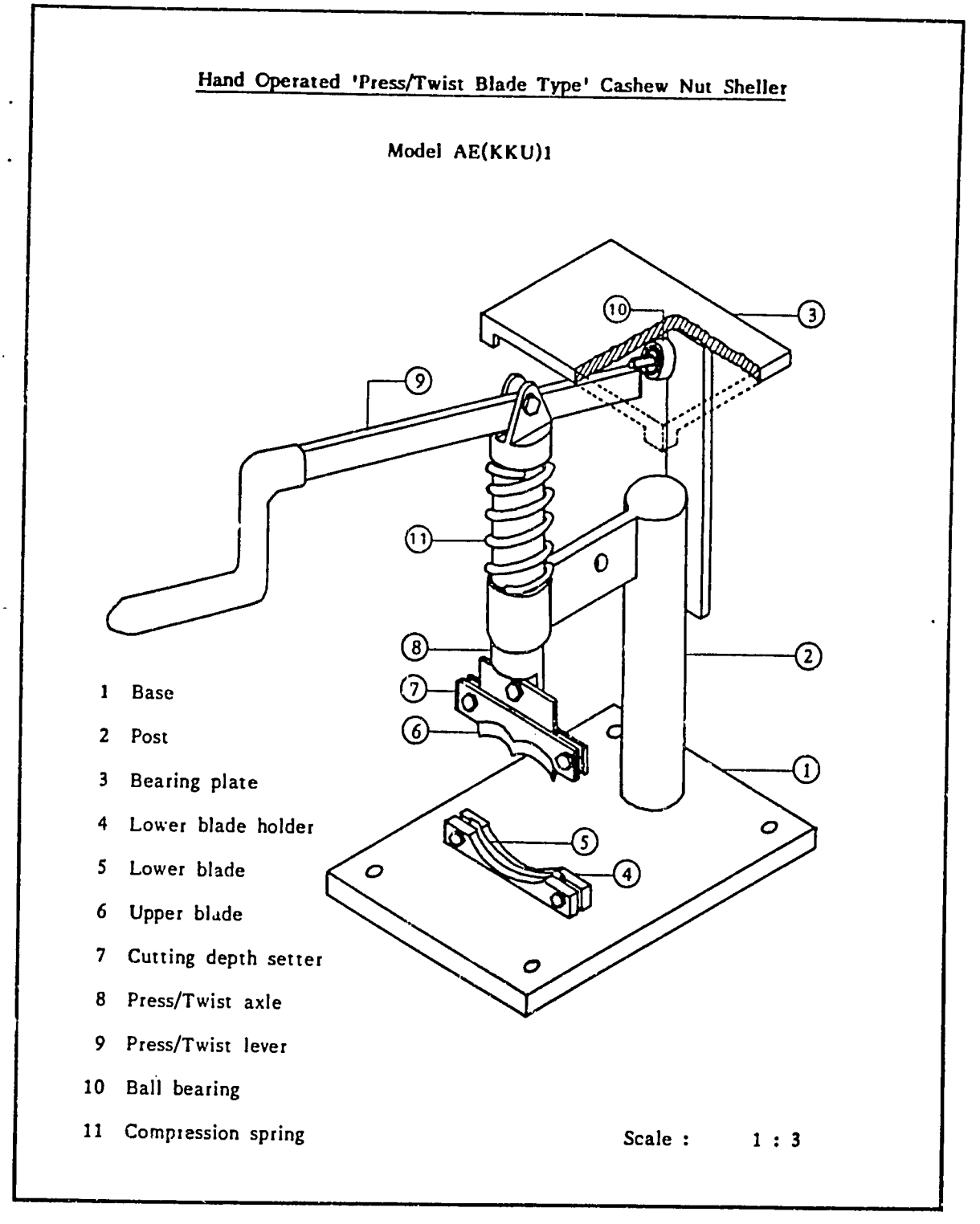


Figure 1. The hand operated Model AE(KKU)1 Sheller.

45

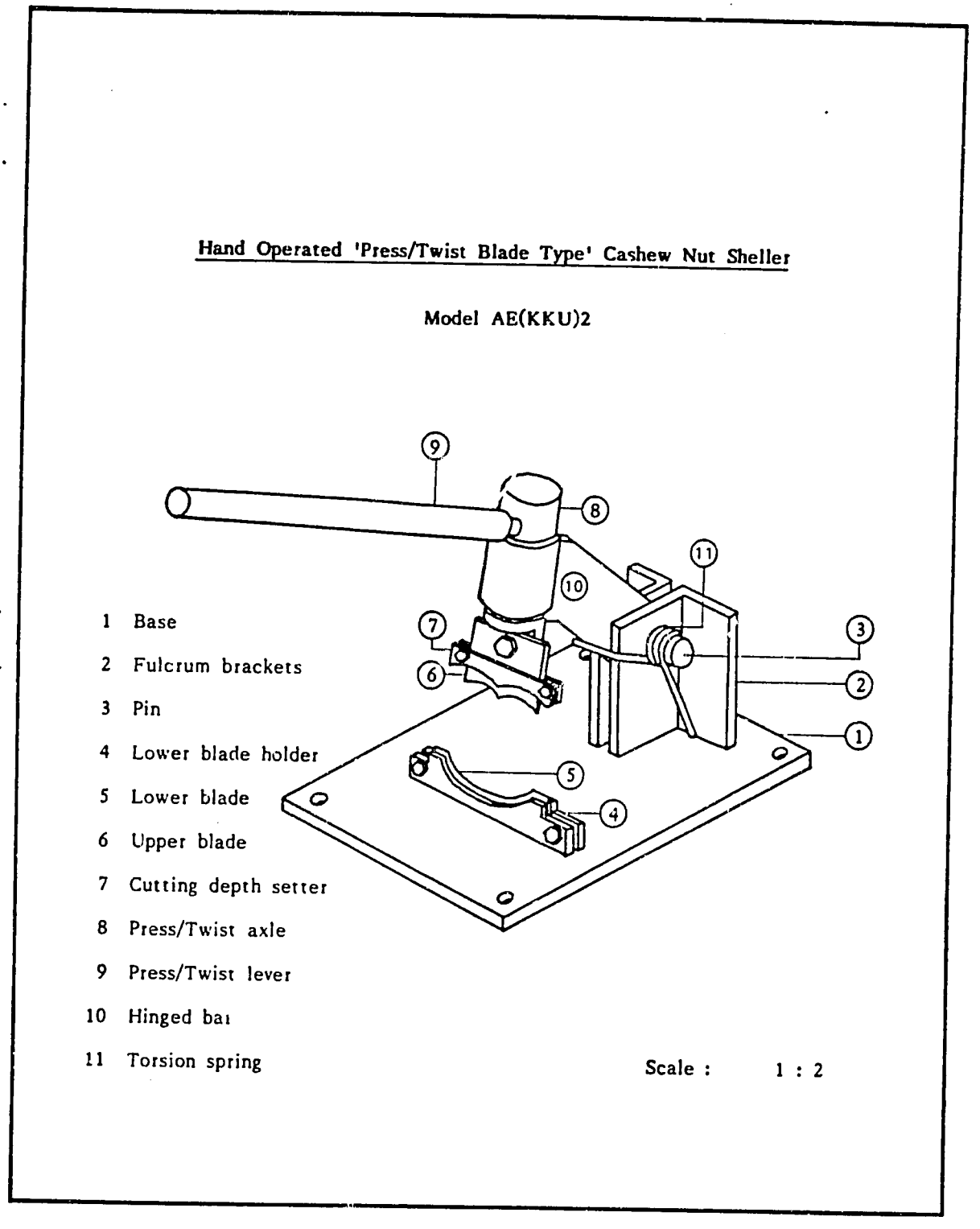


Figure 2. The hand operated Model AE(KKU)2 Sheller.

A preliminary testing of this sheller was also carried out, using the same conditions as those for the previous initial testing, and the following was obtained :

- shelling capacity : 0.31 kg(kernels)/h
- whole kernel recovery : 70 %

4.2 Formal testing and evaluation were carried out on 6 prototypes of cashew nut shellers, which included 3 previously procured shellers, 1 additionally procured sheller and 2 newly developed shellers under this project. They were :

1. The hand operated 'press-blade type' sheller
2. The foot operated 'press-blade type' sheller
3. The two hand operated 'press/separation-blade type' sheller
4. The hand/foot operated 'press/separation-blade type' sheller
5. The hand operated 'press/twist-blade type' sheller : Model AE(KKU)1
6. The hand operated 'press/twist-blade type' sheller : Model AE(KKU)2

Factorial design was employed for the performance test using 6 unskilled operators performing the shelling test (Pictures 3,4 and 5) for 6 continuous days. Other testing conditions to be specified were :

- Raw nuts : Kalasin variety, density approximately 230 nuts/kg.
- Pre-shelling treatment of nuts : none required, except natural sun drying

The results from the performance test and analysis of variance indicated the following :

(a) shelling capacity : the maximum value of 2.63 kg(kernels)/h was obtained for the Model AE(KKU)2, which was statistically significant at 5 % level.

(b) shelling efficiency : an excellent value of approximately 99 % was obtained for each sheller, which indicated that the manually operated shellers generally gave very small percentage of unshelled nuts.

(c) whole kernel recovery : the three shellers which gave the best percentage whole kernel recovery of over 60 % were the two hand operated 'press/separation-blade type' sheller, the Model AE(KKU)1 and the Model AE(KKU)2 shellers. These were all statistically significant at 1 % level.

The results from the economic analysis indicated that the Model AE(KKU)2 had the advantage over the other 5 shellers economically because it gave the best curves for the break-even point (kg/yr), the payback period (yr) and the net profit (฿/yr).

4.3 The first dissemination of the research finding took place with the presentation of a paper (in Thai) entitled 'Comparison of the Performances between Manually Operated Cashew Nut Shellers' at the seminar on 'New Dimension in the Agricultural Development Using Appropriate Technology' at the Royal Irrigation Department, Bangkok, on March 26-27, 1987. The paper is presented as the Appendix of this report.

5. CONCLUSION/PEMARKS

Two versions of the hand operated shellers, the Model AE(KKU)1 and Model AE(KKU)2, were obtained out of this research project with good potential both in their performance and economically. They were formally tested and evaluated in comparison with 4 other existing shellers in order to identify the most promising sheller. The performance test, using factorial design and analysis of variance, and the economic analysis gave results indicating that the Model AE(KKU)2 sheller was the best all round sheller and considered most suitable to introduce to cashew nut farmers and small manufacturers in Thailand to sharply boost their income.

The dissemination of the research finding commenced with the presentation of a paper on the work carried out as described above at an appropriate seminar in Bangkok. More dissemination work must be done in order to popularize the Model AE(KKU)2 sheller.

6. WORKPLAN FOR THE NEXT PERIOD

Within the next reporting period of April-September 1987, The following activities will have been carried out and their results available for reporting :

6.1 Further field testing and evaluation of the Model AE(KKU)2 sheller.

6.2 Further refinement and perfection of the Model AE(KKU)2 sheller.

6.3 Dissemination of the Model AE(KKU)2 sheller through the following means :

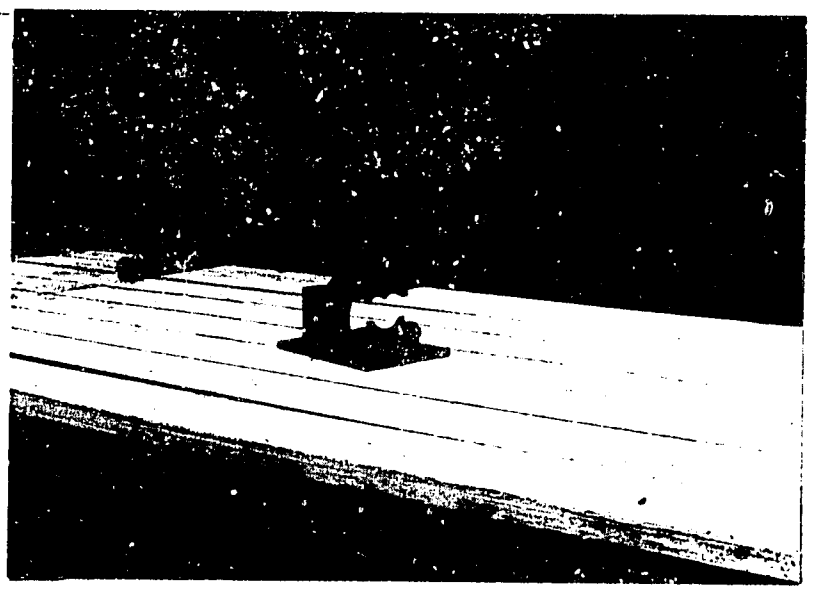
6.3.1 Publication in a popular newspaper.

6.3.2 Entering of the Model AE(KKU)2 sheller in a prospective competition of inventive machinery/tools for agricultural use.

6.3.3 Further presentation of research paper(s) at appropriate seminar/conferences.

7. PICTURES

Picture 1. The hand operated Model AE(KKU)1 Sheller.



Picture 2. The hand operated Model AE(KKU)2 Sheller.

Picture 3. The 6 shellers with 6 operators for the performance test.

Picture 4. The performance test on 3 of the 6 shellers.

Picture 5. The performance test on the other 3 of the 6 shellers.

8. APPENDIX

A paper presented at the Seminar on "New Dimension for Agricultural Development Using Appropriate Technology" at the Royal Irrigation Department, Bangkok, Thailand, on March 26-27, 1987 (in Thai).

Comparison of the Performances between Manually Operated Cashew Nut Shellers

ABSTRACT

6 prototypes of the manually operated cashew nut shellers were tested and evaluated for both their performance and economy in order to determine which would be the most promising sheller. The test and analytical results indicated that the Model AE(KKU)2 Sheller was among the best overall performance group and offered the best breakeven point, payback period and net profit.

การเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ซึ่งใช้แรงคน

ธวัชชัย ทิวาวรรณวงศ์
วินิต ชินสุวรรณ
สุชาติ แง้เจริญกุล

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มีนาคม 2530
(เสนอในการประชุมสัมมนาทางวิชาการ "มิติใหม่ของการพัฒนาการเกษตรด้วยเทคโนโลยีผสมผสาน" 26-27 มีนาคม 2530 ณ กรมชลประทาน กรุงเทพมหานคร)

การเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ซึ่งใช้แรงคน

ธวัชชัย ทิวาวรรณวงศ์ *
ดร.วินิต ชินสุวรรณ *
สุชาติ แง้เจริญกุล **

บทคัดย่อ

เครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ซึ่งใช้แรงคนแบบต่างๆ รวม 6 แบบ ได้รับการทดสอบและประเมินผล โดยเปรียบเทียบทั้งในเชิงสมรรถนะและเชิงเศรษฐศาสตร์ เพื่อหาเครื่องที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการใช้งานโดยเกษตรกร ผลปรากฏว่าเครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบ วศก.(มข.)2 เป็นแบบที่มีสมรรถนะโดยรวมอยู่ในกลุ่มดีที่สุด และให้จุดคุ้มทุน ระยะคืนทุน และผลกำไรดีที่สุดภายใต้ภาวะการทดสอบครั้งนี้

บทนำ

ปัจจุบันเริ่มเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่ามะม่วงหิมพานต์เป็นพืชความหวังใหม่พืชหนึ่งที่มีแนวโน้มดีสำหรับเกษตรกรไทย จากการที่เคยนิยมปลูกเป็นพืชเสริมในภาคใต้ซึ่งสร้างรายได้ดีให้แก่ผู้ปลูก มาขณะนี้ทั้งภาครัฐบาลและภาคเอกชนร่วมมือกันส่งเสริมให้ปลูกเป็นพืชหลักในภูมิภาคอื่น เพื่อสร้างรายได้ที่มั่นคงให้เกษตรกรผู้ปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีสภาพดินและภูมิอากาศที่สามารถปลูกมะม่วงหิมพานต์ได้ จึงมีเกษตรกรทั้งรายใหญ่และรายย่อยหันมาปลูกมะม่วงหิมพานต์กันมากยิ่งขึ้น ปัจจุบันพื้นที่เพาะปลูกทั่วทั้งประเทศมีไม่ต่ำกว่า 2 แสนไร่โดยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ปลูกไปแล้วกว่า 5 หมื่นไร่ และขณะนี้กำลังมีโครงการเร่งขยายปลูกทั่วประเทศอีก 1.5 แสนไร่ (2,3) สำหรับภาวะการตลาดในประเทศของมะม่วงหิมพานต์นั้น มีความต้องการสูงเกินกว่าปริมาณการผลิตมาตลอด ทั้งนี้เพราะผลิตเพื่อบริโภคภายในและเพื่อส่งออกด้วย ซึ่งการส่งออกนั้นส่วนใหญ่ (80%) จะส่งออกในสภาพเมล็ดดิบ นอกนั้นส่งออกในสภาพเมล็ดที่กะเทาะแล้ว(1) ส่วนระดับโลกนั้นประมาณคร่าวๆ ว่ามีความต้องการเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ปริมาณ 6 แสนตันต่อปี แต่ขณะนี้สามารถผลิตได้เพียง 3 แสนตันต่อปี (2) ดังนั้นเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงหิมพานต์จึงมีความหวังที่สดใสรออยู่ข้างหน้าอันใกล้นี้

---

* รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ผู้ช่วยวิจัย โครงการ Cashew Nut Compact Sized Sheller

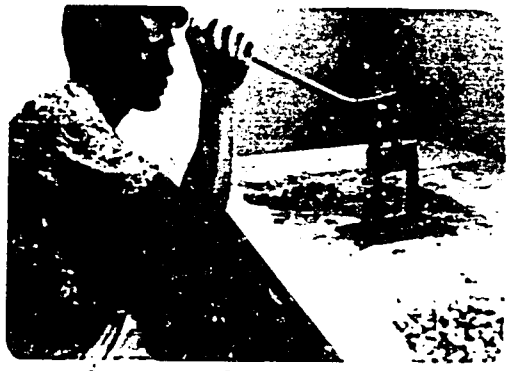
การที่เกษตรกรผู้ปลูกจะได้ราคาดีจากมะม่วงหิมพานต์นั้นควรขายเมล็ดในสภาพที่กะเทาะแล้ว เพราะการขายในสภาพเมล็ดดิบจะได้ราคาค่อนข้างต่ำ เนื่องจากพ่อค้าคนกลางเป็นผู้กำหนดราคาและมักมีการเอารัดเอาเปรียบในการรับซื้ออยู่เสมอ แต่ถ้าเกษตรกรสามารถกะเทาะเมล็ดได้เองและนำไปขายราคาจะสูงขึ้นหลายเท่าตัว ดังนั้นในกระบวนการผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เพื่อจำหน่ายโดยเกษตรกรจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือหรือเครื่องจักรกลเกษตรที่เหมาะสมสำหรับกะเทาะเปลือก ซึ่งในปัจจุบันยังมีน้อยมากและประสิทธิภาพการทำงานยังอยู่ในขั้นที่ต้องปรับปรุงอีกมาก เครื่องกะเทาะดังกล่าวควรเป็นเครื่องมือแบบง่ายๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีขนาดกะทัดรัด มีต้นทุนต่ำ และบำรุงรักษาได้ง่าย แต่ที่สำคัญอย่างยิ่งต้องมีสมรรถนะที่ดีคือให้อัตรากะเทาะที่สูง และเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่กะเทาะแล้วประเภทหูสูงเป็นที่น่าพอใจ

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงดำเนินงานวิจัยเครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ : Cashew Nut Compact Sized Sheller Project โดยการสนับสนุนขององค์การ USAID ภายใต้โครงการ U.S. - Israel CDR (Cooperative Development Research) Program เพื่อตอบสนองความจำเป็นและความต้องการของภาวะการผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ดังที่กล่าวมา โดยมุ่งพัฒนา ออกแบบ สร้าง และเผยแพร่เครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ซึ่งได้ผ่านการทดสอบและประเมินผลแล้วว่าเหมาะสมสำหรับเกษตรกร ซึ่งคาดว่าผลของงานวิจัยนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ในวงกว้างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ทั้งในระดับครัวเรือนและระดับย่อม

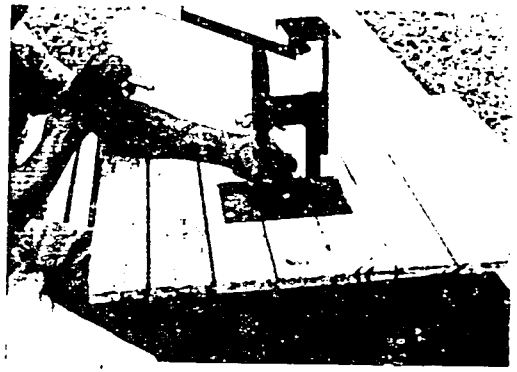
เครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ซึ่งใช้แรงคนแบบต่างๆ

เครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ซึ่งใช้แรงคนเป็นต้นกำลังในการทำงานมีแนวโน้มเบื้องต้นที่เหมาะสมกับเกษตรกรอย่างยิ่ง เพราะโดยทั่วไปมีต้นทุนต่ำ ขนาดค่อนข้างกะทัดรัด สมรรถนะดีพอใช้และบำรุงรักษาได้ง่าย และจากการสอบถามเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงหิมพานต์รายย่อยโดยทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีความต้องการเครื่องมือประเภทนี้ เพื่อทำรายได้ให้แก่ครอบครัวโดยไม่ต้องลงทุนสูงนัก โครงการนี้จึงให้ความสำคัญต่อเครื่องกะเทาะฯ ซึ่งใช้แรงคนเป็นอันดับแรก โดยมุ่งปรับปรุงเครื่องกะเทาะฯ ที่มีอยู่ให้มีสมรรถนะโดยรวมสูงขึ้น หรือมุ่งออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะฯ ขึ้นใหม่ให้มีผลการทำงานและสมรรถนะที่สูงยิ่งขึ้นไป แต่ทั้งนี้แต่ละเครื่องจะต้องผ่านการทดสอบและประเมินผลว่ามีความเหมาะสมสำหรับเกษตรกรทั้งในเชิงสมรรถนะและเชิงเศรษฐศาสตร์ด้วย

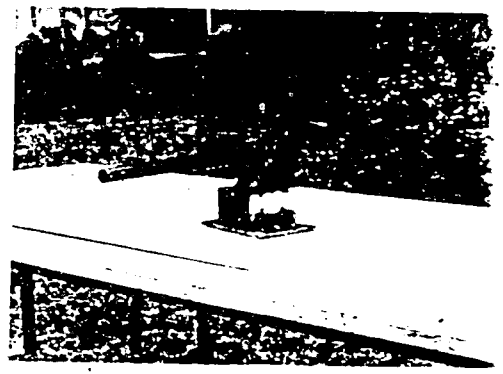
โครงการวิจัยนี้ได้รวบรวมต้นแบบเครื่องกะเทาะซึ่งใช้แรงคนแบบต่างๆ รวม 6 แบบ ซึ่งมีทั้งแบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันและแบบที่ได้พัฒนาปรับปรุงและออกแบบสร้างขึ้นใหม่เพื่อนำมาทดสอบเปรียบเทียบและประเมินผลหาเครื่องที่มีแนวโน้มเหมาะสมที่สุด ต้นแบบเครื่องกะเทาะทั้ง 6 แบบ (รูปที่ 1) มีดังต่อไปนี้-



① เครื่องกะเทาะฯแบบมือโยกกดลง

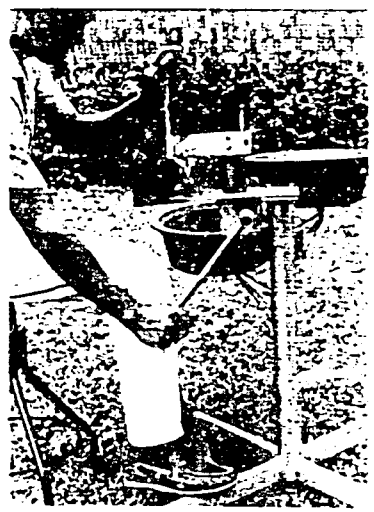


② เครื่องกะเทาะฯแบบมือโยกกดลงแล้วปิด
(แบบ วศก.(มช.)1)

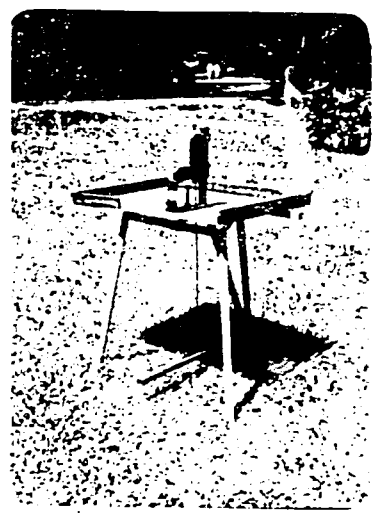


③ เครื่องกะเทาะฯแบบมือโยกกดลงแล้วปิด
(แบบ วศก.(มช.)2)

④ เครื่องกะเทาะฯแบบเท้าเหยียบแล้วมือผลัก



⑤ เครื่องกะเทาะฯแบบมือโยกกดลงแล้วปิด
มือหนึ่งผลัก



⑥ เครื่องกะเทาะฯแบบเท้าเหยียบ

รูปที่ 1 ต้นแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบใช้แรงคนที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ

1. <u>เครื่องกะเทาะฯแบบมือโยกกดลง</u> เป็นเครื่องกะเทาะฯ ที่มีหลักในการทำงานอย่างง่ายๆ โดยมีใบมีดคู่ซึ่งสร้างให้สอดคล้องกับรูปร่างของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เพื่อทำหน้าที่ผ่าเปลือกนอกโดยอาศัยแรงจากมือซึ่งกดก้านที่ต่อกับชุดใบมีดลงดังแสดงในภาพ การแงะเปลือกให้เปิดอ้าออกและการแซะเมล็ดในออกจากเปลือกต้องกระทำแยกต่างหาก เครื่องกะเทาะฯ แบบนี้ปัจจุบันเป็นเครื่องที่นิยมใช้ในหมู่เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงหิมพานต์และผู้ประกอบอุตสาหกรรมกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ระดับย่อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคใต้

2. <u>เครื่องกะเทาะฯแบบมือโยกกดลงแล้วปิด (แบบ วศก.(มข.)1)</u> เป็นเครื่องกะเทาะฯ ที่ดัดแปลงจากแบบ 1 เพื่อให้ใบมีดสามารถทำหน้าที่แงะเปลือกให้เปิดอ้าออกหลังจากผ่าแล้วอย่างต่อเนื่อง มีกลไกเพิ่มเติมโดยเชื่อมก้านและแผ่นรับแรงให้ติดกับเสาของเครื่องและติดแบริ่งเข้าที่ปลายอีกด้านหนึ่งของก้านกดเพื่อให้ปลายด้านนี้สามารถเคลื่อนเป็นส่วนโค้งของวงกลม ในการทำงานผู้กะเทาะจะโยกก้านกดลงจนเปลือกถูกผ่าแล้วปิดใบมีด ซึ่งจะแงะเปลือกให้เปิดอ้าออกได้

3. <u>เครื่องกะเทาะฯแบบมือโยกกดลงแล้วปิด (แบบ วศก.(มข.)2)</u> เป็นเครื่องกะเทาะฯ ที่พัฒนามาจากแบบ วศก.(มข.)1 โดยมุ่งให้มีขนาดเล็กกะทัดรัดและประหยัดต้นทุนยิ่งขึ้น หลักการทำงานเช่นเดียวกับแบบ วศก.(มข.)1 แต่มีชิ้นส่วนกลไกสำคัญที่เปลี่ยนไปคือ สปริงที่ใช้นั้นเปลี่ยนจากสปริงแบบกดมาเป็นสปริงแบบปิด และไม่มีความจำเป็นต้องติดแบริ่งเพื่อการปิดของใบมีดแต่อย่างใด

4. <u>เครื่องกะเทาะฯแบบเท้าเหยียบแล้วมือผลัก</u> เป็นเครื่องกะเทาะฯ ที่อาศัยการทำงานของเท้าประสานกับมือ โดยมีกลไกในการผ่าเปลือกซึ่งทำงานโดยใช้เท้าเหยียบดังแสดงในภาพ สำหรับกลไกในการแงะเปลือกให้เปิดอ้าออกนั้นทำงานโดยใช้มือผลักก้านที่ต่อกับใบมีดบนซึ่งเป็นใบมีดแบบประสานให้เปิดอ้าออก เครื่องแบบนี้มีขนาดโดยรวมใหญ่กว่าเครื่องทั้ง 3 แบบแรกมาก

5. <u>เครื่องกะเทาะฯแบบมือโยกกดลงแล้วอีกมือหนึ่งผลัก</u> เป็นเครื่องกะเทาะฯ ที่อาศัยการทำงานของมือข้างหนึ่งประสานกับมืออีกข้างหนึ่ง โดยมีกลไกในการผ่าเปลือกเป็นชุดใบมีดแบบประสานคล้ายกับแบบ 4 แต่การเคลื่อนที่ขึ้นลงของชุดใบมีดอาศัยกลไกเฟืองพร้อมด้วยสปริงชุดหนึ่ง เครื่องแบบนี้มีขนาดโดยรวมใหญ่กว่าเครื่องทั้ง 3 แบบแรกมาก

6. <u>เครื่องกะเทาะฯแบบเท้าเหยียบ</u> เป็นเครื่องกะเทาะฯ ที่มีหลักในการทำงานเช่นเดียวกับเครื่องกะเทาะฯ แบบ 1 เพียงแต่เปลี่ยนกลไกจากแบบมือโยกกดลงเป็นกลไกสำหรับเท้าเหยียบ เครื่องแบบนี้มีขนาดโดยรวมใหญ่กว่าเครื่องทั้ง 3 แบบแรกมาก

การทดสอบและประเมินผลเชิงสมรรถนะ

ต้นแบบเครื่องกะเทาะฯ ซึ่งใช้แรงคนดังกล่าวทั้ง 6 แบบได้ถูกนำมาทดสอบเปรียบเทียบเพื่อประเมินผลเชิงสมรรถนะโดยมีตัวชี้ที่สำคัญคือ

$$\text{อัตราการกะเทาะ} = \frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดในที่กะเทาะได้ทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ในการกะเทาะทั้งหมด}} \quad \text{กก/ชม}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการกะเทาะ} = \frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดดิบทั้งหมดที่กะเทาะได้สำเร็จ}}{\text{น้ำหนักของเมล็ดดิบทั้งหมดที่ป้อนเข้า}} \times 100 \ \%$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์เมล็ดในประกบคู่} = \frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดในประกบคู่}}{\text{น้ำหนักของเมล็ดในที่กะเทาะได้ทั้งหมด}} \times 100 \quad \%$$

การทดสอบได้ดำเนินการโดยวางมาตรการดังต่อไปนี้เพื่อให้ได้ผลที่สามารถนำมาเปรียบเทียบเชิงสถิติอย่างถูกต้อง

- เครื่องกะเทาะฯ ทั้ง 6 แบบถูกกำหนดให้ทำงานพร้อมกันโดยใช้ผู้กะเทาะ 6 คน ซึ่งไม่เคยมีประสบการณ์กะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาก่อน แต่ได้เปิดโอกาสให้ทดลองซ้อมกะเทาะเป็นเวลา 3 วันติดต่อกันจนสามารถใช้เครื่องกะเทาะฯ ทุกเครื่องได้ดี และในการทดสอบจริงจึงให้กะเทาะสลับเวียนเครื่องละวันๆละ 6 ชั่วโมง (เช้า 3 ชม + บ่าย 3 ชม) จนกระทั่งทุกคนได้ทดสอบครบทุกเครื่อง

- เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นเมล็ดชุดเดียวกันตลอดและไม่มีการเตรียมเมล็ดก่อนการกะเทาะ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของสภาพเมล็ดดิบตลอดการทดสอบ (เมล็ดดิบที่ใช้ในการทดสอบเป็นเมล็ดพันธุ์กาฬสินธุ์ ซึ่งได้ทำการหักเมล็ดดึงน้ำเพื่อเพาะพันธุ์ออกแล้ว มีขนาดประมาณ 230 เมล็ด/กก ความชื้นเฉลี่ยโดยน้ำหนักเปียกของเปลือก 14% และของเมล็ดใน 7.5%)

ผลจากการทดสอบเชิงสมรรถนะดังกล่าวของเครื่องกะเทาะฯ ทั้ง 6 แบบปรากฏดังต่อไปนี้ -

<u>อัตราการกะเทาะ</u> ตารางที่ 1 และรูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่าเครื่องกะเทาะฯ มีผลต่ออัตราการกะเทาะโดยมีนัยสำคัญที่ระดับ 5% แต่วันที่ทำการกะเทาะหรือผู้กะเทาะไม่มีผลเป็นนัยสำคัญ เครื่องกะเทาะแบบ 2 , 3 , 5 และ 6 ให้อัตราการกะเทาะอยู่ในกลุ่มสูงสุดกลุ่มเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 5% โดยแบบ 3 ให้อัตราการกะเทาะเฉลี่ยสูงสุด

<u>ประสิทธิภาพการกะเทาะ</u> ตารางที่ 2 และรูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่าเครื่องกะเทาะฯ และผู้กะเทาะมีผลต่อประสิทธิภาพการกะเทาะโดยมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% เครื่องกะเทาะฯ แบบ 1 , 2 , 5 และ 6 ให้ประสิทธิภาพการกะเทาะอยู่ในกลุ่มสูงสุดกลุ่มเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 5% โดยแบบ 1 ให้ประสิทธิภาพการกะเทาะเฉลี่ยสูงสุด อย่างไรก็ดี มีข้อน่าสังเกตว่าประสิทธิภาพการกะเทาะของเครื่องกะเทาะฯ แบบใช้แรงคนเหล่านี้โดยรวมมีค่าค่อนข้างสูงมาก คือระดับ 99% ขึ้นไป จึงอาจถือได้ว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของเมล็ดดิบที่ป้อนเข้าเพื่อการกะเทาะสำหรับเครื่องประเภทนี้ต่ำมาก

<u>เปอร์เซ็นต์เมล็ดในประกบคู่</u> ตารางที่ 3 และรูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่าเครื่องกะเทาะฯ เท่านั้นมีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดในประกบคู่โดยมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% เครื่องกะเทาะฯแบบ 2 , 3 และ 5 ให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดในประกบคู่อยู่ในกลุ่มสูงสุดกลุ่มเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 5% โดยแบบ 5 ให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดในประกบคู่เฉลี่ยสูงสุด

ตารางที่ 1. ผลการทดสอบหาอัตราการกะเทาะและการวิเคราะห์เชิงสถิติ

เครื่องกะเทาะฯ	อัตราการกะเทาะ (กก/ชม) ลำดับวันที่ทำการกะเทาะ 1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย
1	F 0.202	D 0.245	C 0.208	A 0.282	A 0.209	E 0.220	0.228 (ab)
2	B 0.219	A 0.245	E 0.227	D 0.208	F 0.255	C 0.286	0.240 (bc)
3	D 0.226	F 0.286	B 0.268	C 0.260	E 0.240	A 0.300	0.263 (c)
4	A 0.168	B 0.209	D 0.206	E 0.177	C 0.188	F 0.221	0.195 (a)
5	C 0.291	E 0.252	F 0.224	B 0.196	A 0.250	D 0.250	0.245 (bc)
6	E 0.263	C 0.234	A 0.267	F 0.222	D 0.225	B 0.193	0.234 (bc)

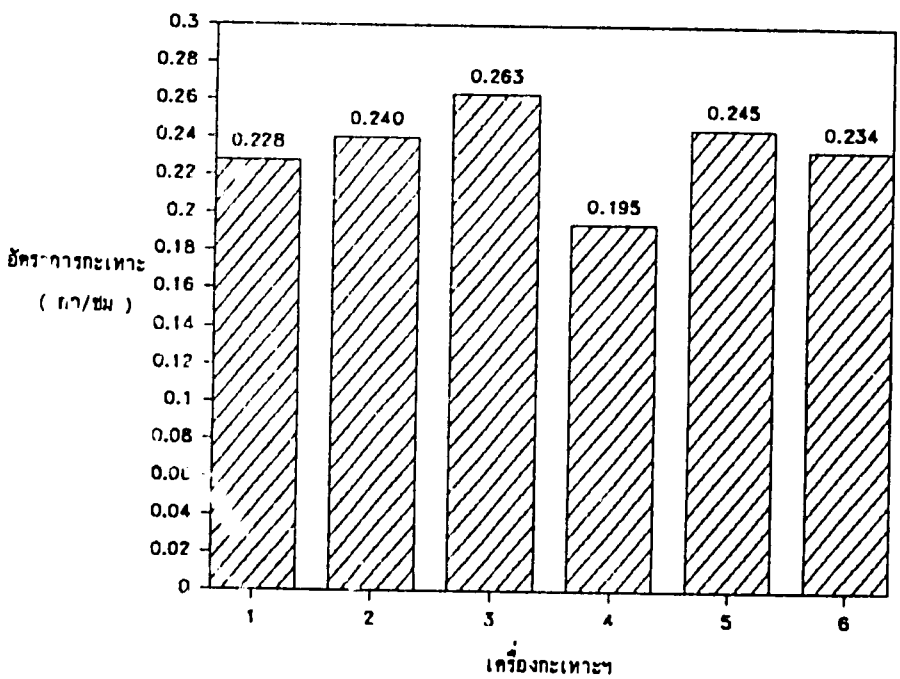
หมายเหตุ : LSD(0.05) = 0.034 กก/ชม

ค่าเฉลี่ยซึ่งตามด้วยอักษรตัวเดียวกันในแต่ละวงเล็บถือว่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 5 %

การวิเคราะห์ variance

Source	df	SS	MS	F
เครื่องกะเทาะ	5	0.01555	0.00311	3.884 *
วันที่ทำการกะเทาะ	5	0.00265	0.00053	<1
ผู้กะเทาะ	5	0.00500	0.00100	1.250
ค่าผิดพลาด	20	0.01601	0.00080	

* หมายถึงมีนัยสำคัญที่ระดับ 5 %



รูปที่ 2 กราฟแสดงอัตราการกะเทาะของเครื่องแต่ละแบบ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการกะเทาะและการวิเคราะห์เชิงสถิติ

เครื่องกะเทาะฯ	ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%) ลำดับวันที่ทำการกะเทาะ 1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย
1	F 99.8	D 100.0	C 99.5	A 99.8	B 100.0	E 99.9	99.8 (c)
2	B 99.4	A 98.6	E 99.7	D 99.5	F 99.7	C 99.3	99.4 (bc)
3	D 99.1	F 98.9	B 99.6	C 97.2	E 99.7	A 99.6	99.0 (ab)
4	A 96.6	B 100.0	D 98.7	E 99.3	C 97.2	F 99.2	98.5 (a)
5	C 98.6	E 99.9	F 99.5	B 99.8	A 99.2	D 99.6	99.4 (bc)
6	E 99.8	C 98.4	A 99.6	F 99.6	D 100.0	B 100.0	99.6 (bc)

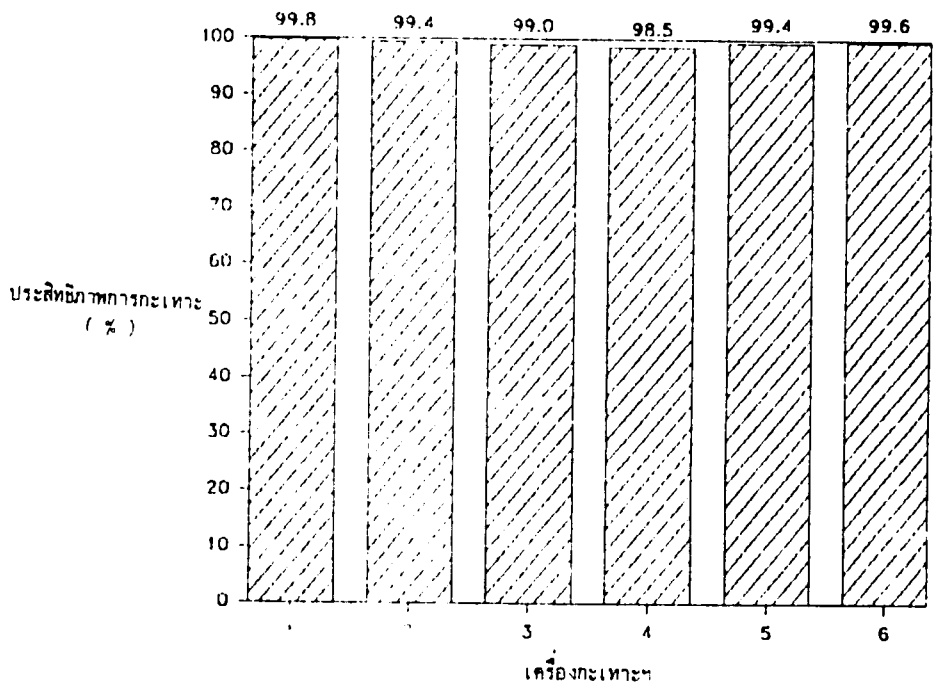
หมายเหตุ : LSD(0.05) = 0.7 %

ค่าเฉลี่ยซึ่งตามด้วยอักษรตัวเดียวกันในแต่ละวงเล็บถือว่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 5 %

การวิเคราะห์ variance

Source	df	SS	MS	F
เครื่องกะเทาะ	5	6.581	1.316	4.164 **
วันที่ทำการกะเทาะ	5	1.741	0.348	1.102
ลำดับ	5	9.058	1.812	5.731 **
ค่าคลาดเคลื่อน	20	6.322	0.316	

** หมายถึงมีนัยสำคัญที่ระดับ 1 %



รูปที่ 3 กราฟแสดงประสิทธิภาพการกะเทาะของเครื่องแต่ละแบบ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดในประกบคู่และการวิเคราะห์เชิงสถิติ

เครื่องกะเทาะฯ	เปอร์เซ็นต์เมล็ดในประกบคู่ (%)						
	ลำดับวันที่ทำการกะเทาะ						
	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย
1	F 54.5	D 39.6	C 47.3	A 48.8	B 53.9	E 52.6	49.5 (b)
2	B 68.5	A 59.5	E 66.4	D 56.8	F 60.0	C 71.4	63.8 (c)
3	D 62.1	F 58.7	B 58.8	C 63.5	E 58.9	A 63.9	61.0 (c)
4	A 36.5	B 10.8	D 9.9	E 19.2	C 32.6	F 37.5	24.4 (a)
5	C 68.1	E 76.4	F 59.0	B 63.2	A 66.4	D 64.3	66.2 (c)
6	E 22.4	C 56.9	A 26.5	F 49.0	D 35.9	B 48.6	39.9 (b)

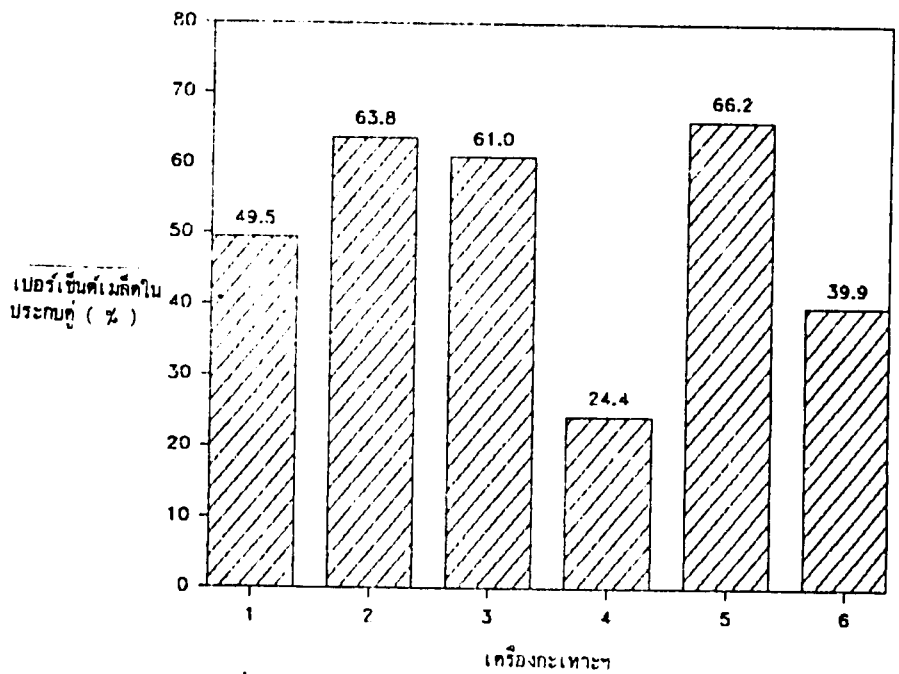
หมายเหตุ : LSD(0.05) = 10.0 %

ค่าเฉลี่ยซึ่งตามด้วยอักษรตัวเดียวกันในแต่ละวงเล็บถือว่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 5 %

การวิเคราะห์ variance

Source	df	SS	MS	F
เครื่องกะเทาะ	5	7962.589	1592.518	22.970 **
วันที่ทำการกะเทาะ	5	428.739	85.748	1.237
ผู้กะเทาะ	5	469.846	93.969	1.355
ค่าผิดพลาด	20	1386.602	69.330	

** หมายถึงมีนัยสำคัญที่ระดับ : %



รูปที่ 4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์เมล็ดในประกบคู่ที่ได้จากเครื่องแต่ละแบบ

การประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์

ความเหมาะสมของเครื่องกะเทาะฯ สำหรับการใช้งานโดยเกษตรกรนั้น นอกจากต้องพิจารณาในเชิงสมรรถนะแล้วยังต้องพิจารณาในเชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ครบถ้วนสมบูรณ์และเกิดประโยชน์ในการใช้งานจริง ดังนั้นจึงควรวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ระยะคืนทุน และผลกำไรของเครื่องกะเทาะฯ แต่ละแบบด้วย การวิเคราะห์ต่อไปนี้เน้นถึงการกะเทาะเพื่อจำหน่ายโดยเกษตรกรรายย่อย โดยมีเงื่อนไขต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ไม่คิดค่าอาคารหรือโรงเรือน
- ไม่มีค่าใช้จ่ายในการเตรียมเมล็ดโดยวิธีใดๆ ก่อนการกะเทาะ
- ให้ราคาของเครื่องเมื่อหมดอายุการใช้งานแล้วเท่ากับศูนย์
- ใช้วิธีเส้นตรงในการคิดค่าเสื่อมราคา
- ให้ถือว่าเมล็ดที่ไม่ถูกกะเทาะเป็นการสูญเสียโดยไม่มีการนำมากะเทาะซ้ำอีก
- ไม่คิดรายได้จากเปลือกที่กะเทาะแล้ว

1. <u>จุดคุ้มทุน</u>. ได้จากการพิจารณากรณีเมื่อรายรับทั้งหมดเท่ากับรายจ่ายทั้งหมดพอดี นั่นคือ

รายรับทั้งหมด = ค่าใช้จ่ายคงที่ + ค่าใช้จ่ายแปรผัน

$$aX = b + (c + V_n)X$$

สมการของจุดคุ้มทุนคือ

$$X = \frac{b}{(a - c) - V_n}$$

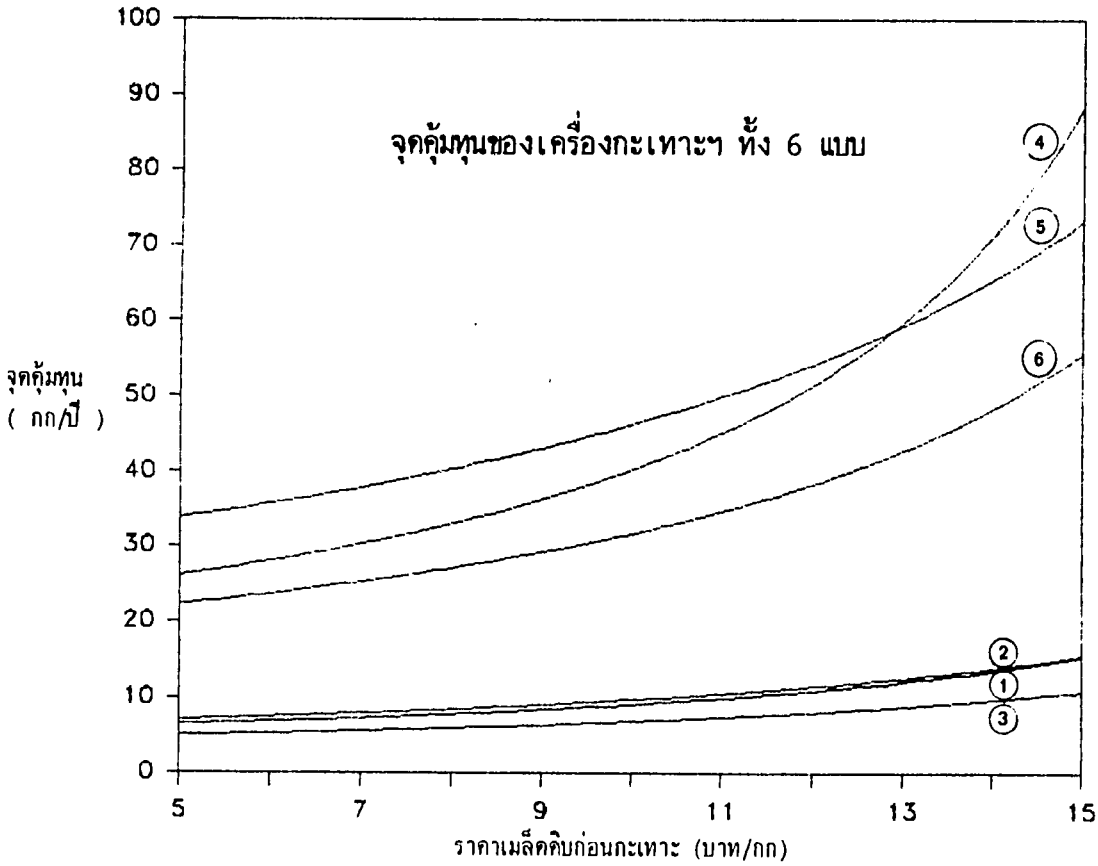
โดยที่ X = ปริมาณเมล็ดดิบที่กะเทาะ (กก/ปี)

a = ค่า (บาท/กก) ซึ่งขึ้นอยู่กับราคาเมล็ดในประกบคู่ ราคาเมล็ดในซีก อัตราการแปลงน้ำหนักจากเมล็ดดิบเป็นเมล็ดใน เปอร์เซ็นต์เมล็ดในประกบคู่ และประสิทธิภาพการกะเทาะ

b = ค่า (บาท/ปี) ซึ่งขึ้นอยู่กับ ราคาแรกซื้อของเครื่อง อายุการใช้งานของเครื่อง อัตราดอกเบี้ย และค่าซ่อมบำรุงรักษา

c = ค่า (บาท/กก) ซึ่งขึ้นอยู่กับ ค่าแรงงานในการกะเทาะเปลือก ค่าแรงงานในการลอกเยื่อหุ้มเมล็ด อัตราการกะเทาะ อัตราการแปลงน้ำหนักจากเมล็ดดิบเป็นเมล็ดใน และประสิทธิภาพการกะเทาะ

V_n = ราคาเมล็ดดิบก่อนกะเทาะ (บาท/กก)



รูปที่ 5 จุดคุ้มทุนของเครื่องกะเทาะฯ ที่ราคาเมล็ดดิบต่างๆกัน

ซึ่งเมื่อพิจารณาค่า a , b และ c สำหรับเครื่องกะเทาะแต่ละแบบและแทนค่าในสมการแล้ว จะได้ทั้งหมด 6 สมการ ซึ่งสามารถแสดงเป็นกราฟดังในรูปที่ 5 เส้นกราฟเหล่านี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ให้ค่าจุดคุ้มทุนสูงได้แก่เครื่องกะเทาะแบบ 4 , 5 และ 6 และกลุ่มที่ให้ค่าจุดคุ้มทุนต่ำได้แก่เครื่องกะเทาะแบบ 1 , 2 และ 3 โดยแบบ 3 ให้ค่าจุดคุ้มทุนต่ำสุด.

2. <u>ระยะคืนทุน</u> ได้จากการพิจารณาระยะเวลาของการใช้เครื่องกะเทาะฯ เพื่อให้ได้จุดคุ้มทุน ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้คือ

สมการของระยะคืนทุน $$Y = \frac{p}{(a - c - V_n)X - d}$$

โดยที่ Y = ระยะเวลาของการใช้เครื่อง (ปี)

p = ราคาแรกซื้อของเครื่อง (บาท)

d = ค่า (บาท/ปี) ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าดอกเบี้ย และค่าซ่อมบำรุงรักษา

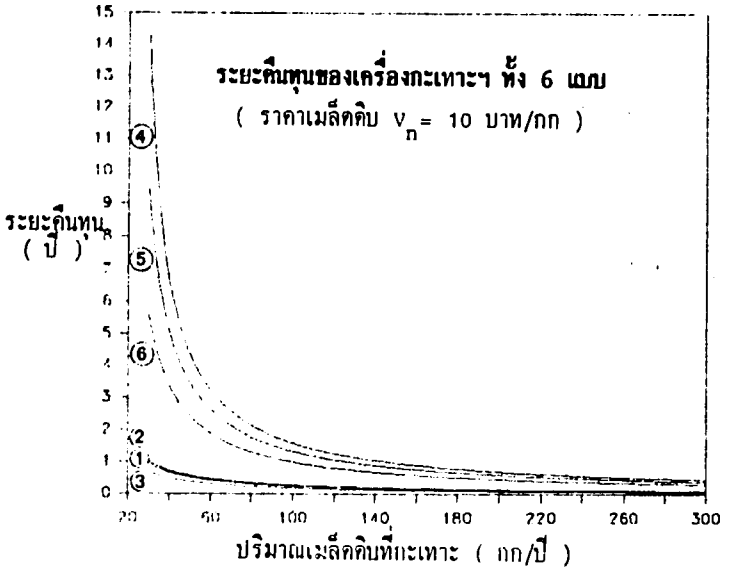
ซึ่งเมื่อพิจารณาค่า p , a , c และ d สำหรับเครื่องกะเทาะฯ แต่ละแบบและแทนค่าในสมการแล้ว จะได้ทั้งหมด 6 สมการซึ่งสามารถแสดงเป็นกราฟดังในรูปที่ 6 เส้นกราฟเหล่านี้แสดงแนวโน้มความเหมาะสมสำหรับเกษตรกรเช่นเดียวกับจุดคุ้มทุน กล่าวคือกลุ่มเครื่องกะเทาะฯ ที่ให้ระยะคุ้มทุนอันยาวนานได้แก่แบบ 4 , 5 และ 6 ในขณะที่กลุ่มเครื่องกะเทาะฯ ที่ให้ระยะคืนทุนอันสั้นได้แก่แบบ 1 , 2 และ 3 โดยแบบ 3 ให้ค่าระยะคืนทุนต่ำสุดดังปรากฏชัดเจนยิ่งขึ้นในรูปที่ 7 ซึ่งแสดงกราฟเปรียบเทียบเฉพาะเครื่องกะเทาะฯ 3 แบบที่พิจารณาแล้วว่ามีแนวโน้มความเหมาะสมสำหรับเกษตรกร

3. <u>ผลกำไร</u> ได้จากการพิจารณากรณีเมื่อรายรับสูงกว่ารายจ่าย นั่นคือ

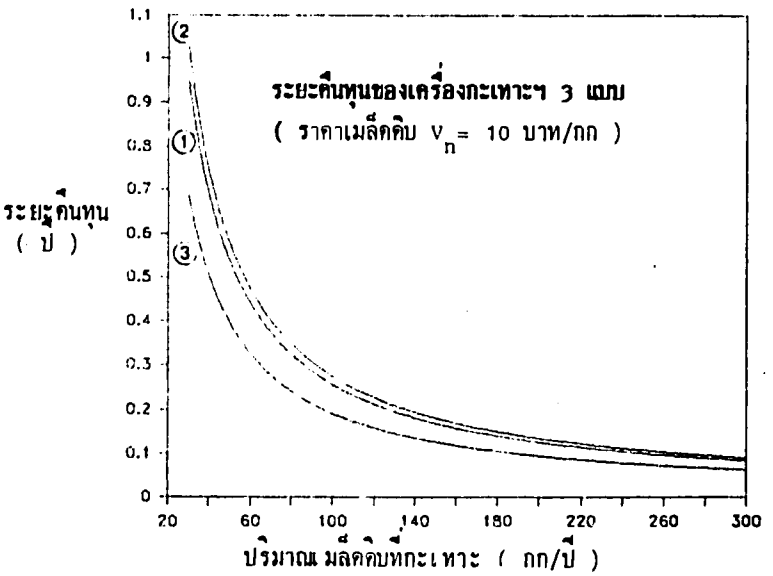
ผลกำไร = รายรับทั้งหมด - รายจ่ายทั้งหมด

สมการของผลกำไรคือ $$B = aX - \left[b + (c + V_n)X\right] \quad \text{บาท/ปี}$$

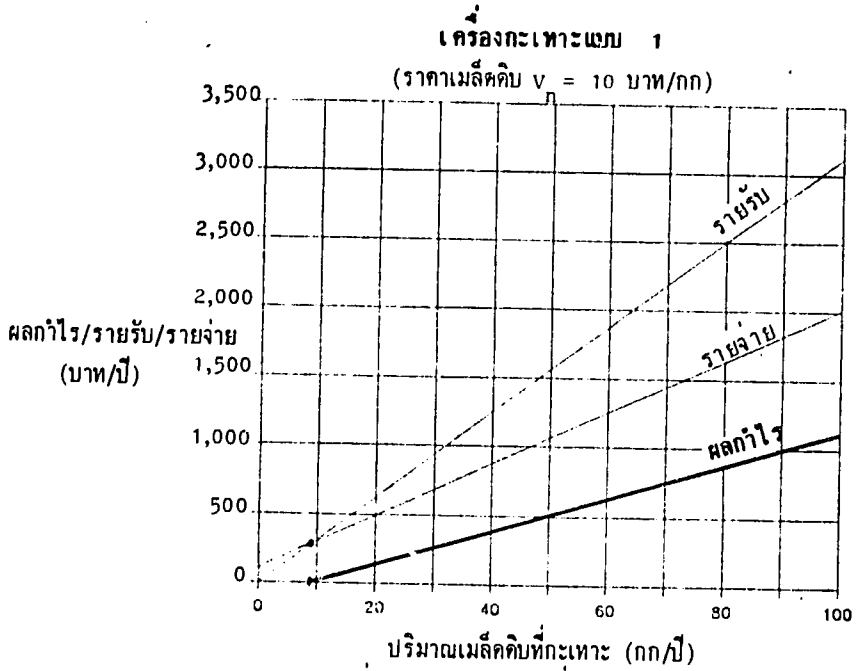
ซึ่งเมื่อพิจารณาค่า a , b และ c สำหรับเครื่องกะเทาะฯ 3 แบบที่อยู่ในข่ายเหมาะสมสำหรับเกษตรกร และแทนค่าในสมการแล้ว สมการที่ได้สามารถแสดงเป็นกราฟของผลกำไรดังในรูปที่ 8 , 9 และ 10 สำหรับเครื่องกะเทาะฯ แบบ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าแบบ 3 ให้ผลกำไรสูงสุด ตัวอย่างเช่น เมื่อปริมาณเมล็ดดิบที่กะเทาะเท่ากับ 100 กก/ปี แบบ 1 ให้ผลกำไรประมาณ 1,100 บาท/ปี แบบ 2 ให้ผลกำไรประมาณ 1,200 บาท/ปี ในขณะที่แบบ 3 ให้กำไรประมาณ 1,260 บาท/ปี



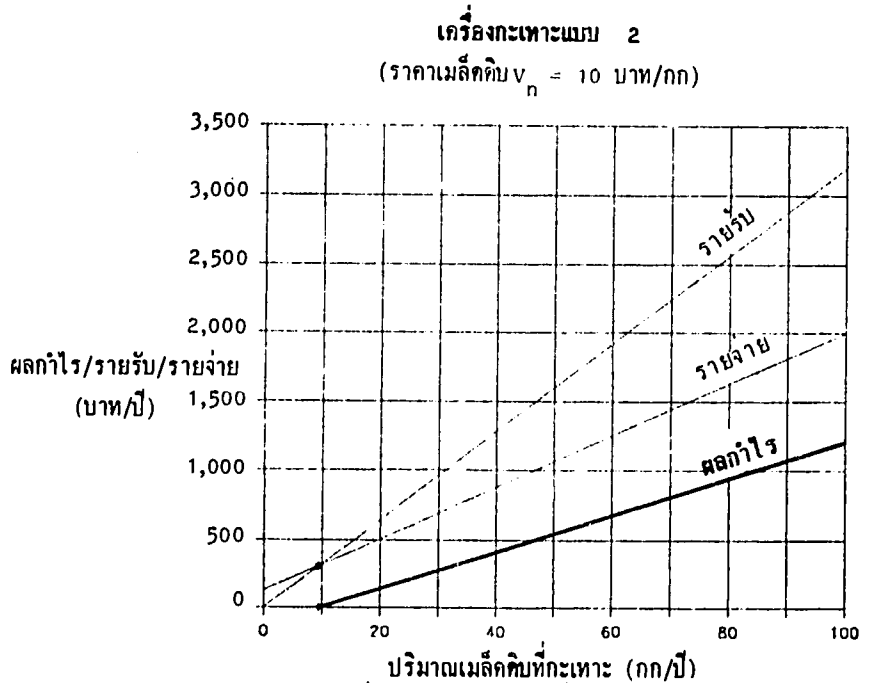
รูปที่ 6 ระยะคืนทุนของเครื่องกะเทาะฯ สำหรับปริมาณเมล็ดคิบที่กะเทาะต่างๆกัน



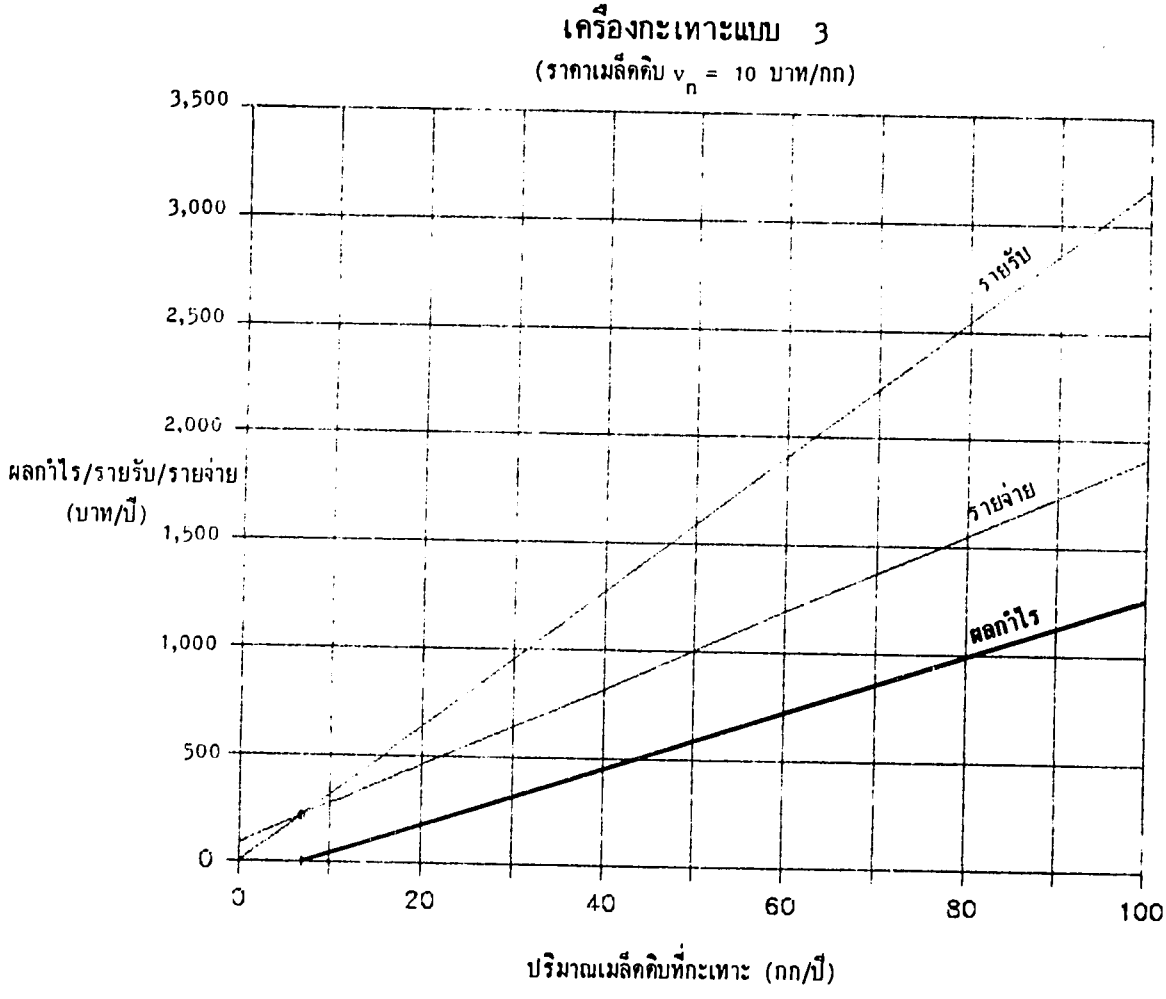
รูปที่ 7 ระยะคืนทุนของเครื่องกะเทาะฯ สำหรับปริมาณเมล็ดคิบที่กะเทาะต่างๆกัน



รูปที่ 8 ผลกำไรของเครื่องกะเทาะฯ แบบ 1



รูปที่ 9 ผลกำไรของเครื่องกะเทาะฯ แบบ 2



รูปที่ 10 ผลกำไรของเครื่องกะเทาะฯ แบบ 3

บทสรุป

จากการประเมินผลเชิงสมรรถนะของเครื่องกะเทาะฯ ที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ว่า แบบ 2 , 3 และ 5 เป็นกลุ่มเครื่องที่มีสมรรถนะโดยรวมดีที่สุดในจำนวนเครื่องทั้ง 6 แบบ แต่จากการประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์พบว่า แบบ 1 , 2 และ 3 เป็นกลุ่มเครื่องที่มีความเหมาะสมสำหรับเกษตรกร โดยแบบ 3 ให้ค่าจุดคุ้มทุนต่ำสุด ระยะคืนทุนสั้นที่สุด และผลกำไรสูงที่สุด

แม้ว่าภาวะการทดสอบครั้งนี้ได้กระทำโดยมีข้องำกัดและข้อมูลบางตัวที่อาจแปรเปลี่ยนได้บ้างในภาวะอื่น แต่ก็พอสรุปแนวโน้มความเหมาะสมของเครื่องกะเทาะฯ ได้ว่า แบบ 3 หรือเครื่องกะเทาะฯ แบบ วศก.(มข.)2 ดังในรูปที่ 11 เป็นเครื่องกะเทาะฯ ที่เหมาะสมอย่างยิ่ง ทั้งในเชิงสมรรถนะและเชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับการใช้งานโดยเกษตรกร ซึ่งคาดว่าจะสามารถเผยแพร่ได้โดยง่ายในหมู่เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงหิมพานต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.

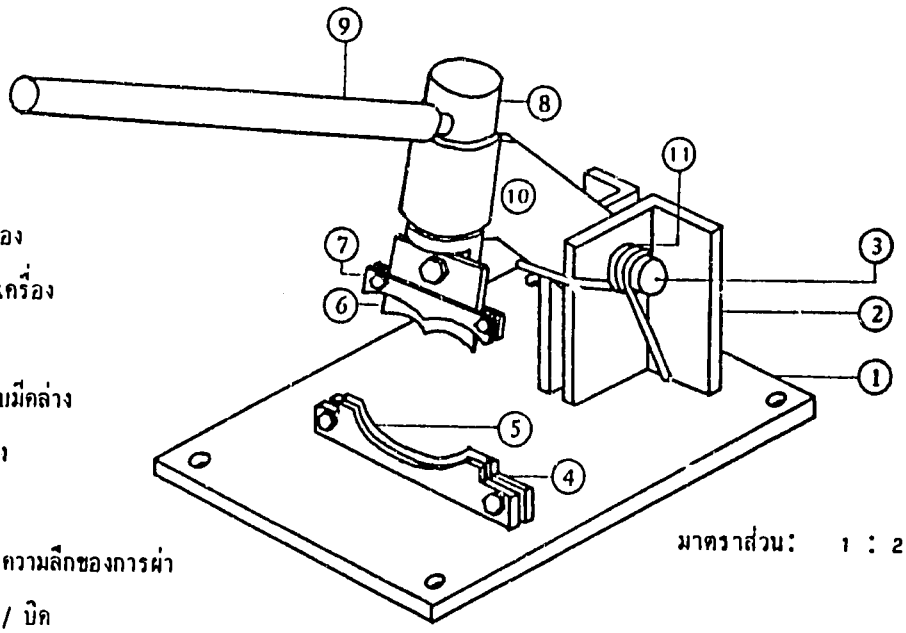
เอกสารอ้างอิง

1. กัลยา วิริยกุล. 2529. สถานการณ์การผลิตและการตลาดเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เอกสารประกอบการสัมมนามะม่วงหิมพานต์ 19 - 20 พฤษภาคม 2529 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ

2. ไทยรัฐ. 2530. "มะม่วงหิมพานต์" ให้ลาภเกษตรกรอีสาน ข่าวหน้า 9 ประจำวันพุธที่ 18 กุมภาพันธ์ 2530

3. ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ สถาบันวิจัยพืชสวนศรีสะเกษ กรมวิชาการเกษตร. 2529. รายงานวิจัย "มะม่วงหิมพานต์" ของกรมวิชาการเกษตรในการสัมมนามะม่วงหิมพานต์ 19 - 20 พฤษภาคม 2529 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ

เครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ แบบ วศก.(มข.) 2



1 แท่นเครื่อง
2 เสาแท่นเครื่อง
3 สลัก
4 แผ่นจับใบมีดล่าง
5 ใบมีดล่าง
6 ใบมีดบน
7 แผ่นปรับความลึกของการผ่า
8 แกนกด / บิด
9 ด้ามกด / บิด
10 แขนต่อชุดใบมีด
11 สปริง

รูปที่ 11 เครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบ วศก.(มข.)2

C5-301

PROGRESS REPORT NO. 2

CASHEW NUT COMPACT SIZED SHELLER

A RESEARCH PROJECT

GRANT NO. 936-5544-G-00-5086-00

SUBMITTED BY

THAVACHAI THIVAVARNVONGS

PROJECT LEADER

DEPARTMENT OF AGRICULTURAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KHON KAEN UNIVERSITY

KHON KAEN 40002, THAILAND

Rec'd In SCI: JUL 20 1988

PROJECT PROFILE

Country	:	Thailand
Grant No.	:	936-5544-G-00-5086-00
Program	:	U.S.-Israel Cooperative Development Research Program
Project Title	:	Cashew Nut Compact Sized Sheller Project
Project Leader	:	Assoc. Prof. Thavachai Thivavarnvongs
Organization	:	Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Thailand
Co-investigators/ Consultants	:	-Dr. Yoav Sarig (Institute of Agricultural Engineering, Bet Dagan, Israel) -Dr. Winit Chinsuwan (Khon Kaen University, Thailand)
Authorized Officer	:	Robert F. barnes
Total Project Budget	:	US $149,600
Project Duration	:	September 1985 - September 1988
Reporting Period	:	April to September 1986
Budget Allocation for This Period	:	US. $18,350

CONTENTS

		Page
1.	Background	1
2.	Objectives	1
3.	Materials and Methods	2
4.	Results / Discussion	3
5.	Conclusion / Remarks	7
6.	Workplan for the Next Period	8
7.	Pictures	9
8.	Appendices	12

1. BACKGROUND

The first progress report of the Cashew Nut Compact Sized Sheller Project covered the work carried out in the first half year of the project which was mainly the preparation of research workplan, including the hiring of technical staff, the visit of the Israeli co-investigator, Dr.Y. sarig,to Thailand to give consultation and make some initial survey, and the procurement of equipment and prototypes of the existing shellers for investigation.

The research work to be carried out in the following half year was scheduled to cover the field survey and data gathering on the cashew nut, emphasizing the need for appropriate sheller(s) in the Northeast of Thailand, the initial testing and evaluation of the existing shellers procured in Thailand and the modification/redesign of the more promising sheller(s).

2. OBJECTIVES

The specific objectives of the research work for the second half-year period of the project were to :

2.1 survey the need of cashew nut farmers in Northeastern Thailand for appropriate shelling machine(s),

2.2 carry out initial testing and evaluation of the existing shellers procured in Thailand, and

2.3 modify or redesign the more promising sheller(s).

3. MATERIALS AND METHODS

3.1 The survey of the need of cashew nut farmers for appropriate shelling machine(s) was carried out using a specifically designed questionnaire to interview cashew nut farmers in all the provinces of the Northeast of Thailand. The questionnaire was divided into 5 main parts, with the first 3 parts being on general agricultural aspects and the final 2 parts being on cashew nut production and the need for appropriate shelling machine(s). The collected data were to be analysed using the microcomputer and a conclusion was to be drawn on whether there was a need for appropriate shelling machine(s), what type and what special characteristics.

The questionnaire, translated into English from the original Thai version actually employed in the field survey, is presented in Appendix A.

3.2 The initial testing of the existing shellers procured in Thailand was carried out on 4 versions of the shellers, namely

1. The hand operated press-blade type sheller.
2. The foot operated press-blade type sheller.
3. The hand operated press/separation-blade type sheller.
4. The hand operated circular saw blade type sheller.

The performance of each sheller was recorded and determined as set out in the data sheet as shown in Appendix B.

3.3 The results obtained from 3.1 and 3.2 would indicate which would be the more promising sheller(s). Therefore, a decision was to be made whether to modify or redesign the sheller(s) with emphasis being placed upon the following criteria : simplicity/compactness in the design and construction of the machine, low cost and good performance.

4. RESULTS/DISCUSSION

4.1 With the use of the questionnaire as shown in Appendix A, data were gathered from cashew nut farmers in all the 17 provinces of North-eastern Thailand : Buri Ram, chaiyaphum, Kalasin, Khon Kaen, Loei, Mahasarakham, Mukdaharn, Nakhon Panom, Nakhon Ratchasima, Nong Khai, Roi Et, Sakon Nakhon, Si Sa Ket, Surin, Ubon Ratchathani, Udon Thani and Yasothon. The data were analysed on the micro-computer and the results relevant to the cashew nut could be summarised as follows :

Cashew Nut Production	Answer
- Areas cultivated (rai)	mainly (80 %) 20 rais or less
- Land description	mainly (95 %) upland
- Cashew variety/where from ?	mainly (90 %) local variey
- Present age of trees (years)	mainly (85 %) 6 years or less
- Plant spacing (m)	mainly (90 %) 6 m or less
- Row spacing (m)	mainly (90 %) 6 m or less
- Total number of trees	mainly (80 %) 800 plants or less
- Harvesting months	mainly (90 %) April
- Total yield (kg)	mainly (90 %) 600 kg or less
- Specific yield (kg/tree)	mainly (80 %) 1½ kg or less
- To whom and where the nuts are sold ?	(100 %) local traders
- Price of unshelled nuts sold (฿/kg)	mainly (85 %) 12 ฿/kg or less
- Any shelling done for trading ?	mainly (80 %) no
- If yes, total amount shelled (kg)	(10 %) 100-4000 kg

Cashew Nut Production	Answer
- What shelling method used ?	manually operated sheller
- If no, reason(s) for not shelling:	
(a) production amount to small	(50 %) yes and no
(b) too much difficulty	mainly (80 %) yes
(c) no knowledge of a good shelling method	mainly (80 %) yes
(d) no appropriate shellers available	mainly (80 %) yes
(e) insufficient incentive	(50 %) yes and no
(f) others	-

Need for Sheller(s)	Answer
- Any knowledge of a hand operated sheller or a power driven saw blade type sheller ?	(50 %) yes and no
- If appropriate shellers are available, any interest on shelling for trading ?	mainly (90 %) yes
- In your opinion, an appropriate sheller	
(a) should be man operated	mainly (70 %) yes
(b) should be power operated	(55 %) yes
(c) should have a shelling capacity (kg/h)	mainly (80 %) 10 kg/h
(d) should cost less than....฿	mainly (80 %) 5000 ฿

4.2 The initial testing of the 4 shellers procured in Thailand was carried out using the data sheet as shown in Appendix B, together with the following same testing conditions for each sheller :

- Raw nuts were obtained from provinces in the Northeast of Thailand, with average density 150-200 nuts/kg and no pre-shelling treatment of the nuts was required.
- Only one operator with medium level of skill in shelling was employed on individual sheller.

The results obtained could be summarized as follows :

- The hand operated press-blade type sheller (Picture 1)

  shelling capacity : 0.24 kg(kernels)/h

  whole-kernel shelling efficiency : 55 %

- The foot operated press-blade type sheller (Picture 2)

  shelling capacity : 0.25 kg(kernels)/h

  whole-kernel shelling efficiency : 45 %

- The hand operated press/separation-blade type sheller (Picture 3)

  shelling capacity : 0.3 kg(kernels)/h

  whole-kernel shelling efficiency : 68 %

- The hand operated saw blade type sheller (Picture 4)

  The shelling capacity of this sheller was exceptionally low when compared with the others. Another bad feature of this machine was that the shelling operation was extremely dangerous because while shelling the hand holding the nut was very close to the running saw blade which was rotating at several hundred rpm. It was decided that testing and evaluation for this type of sheller should be discontinued at this stage.

4.3 Decisions as to the potential sheller(s) of this project were made according to the results obtained from the data survey in 4.1 and the initial testing of the procured prototypes in 4.2. The survey on the need for sheller(s) indicated that appropriate shellers were definitely needed by cashew nut farmers, with the manually operated sheller being given the first priority and then the power operated sheller. The needed shellers should have low cost which meant that they should be both simple in their design and construction and compact in their sizes.

The modification/redesign work therefore commenced at this stage on a further decision that the hand operated press-blade type sheller would be the one to work on because of its simplicity in design and construction and its potential low cost compared with the other three types of sheller.

The first attempt to modify the hand operated press-blade type sheller was to allow a twisting action of the upper blade of the sheller immediately after the cutting action. This would definitely improve the performance of the machine because, originally, the machine would only cut the outer shell but not open up the halved shells in order that the kernel could be extracted easily. The result of the modification was as shown in Picture 5 and the modified sheller shew a good promise because both the cutting and twisting actions were achieved, but other points also had to be watched, such as final appearance of the machine, smoothness in operation, compactness, etc.

5. CONCLUSION/REMARKS

The data survey on the need of cashew nut farmers in all the 17 provinces of the Northeast of Thailand for appropriate shelling machine(s) indicated that two versions of shellers were needed :

(i) a manually operated sheller, and

(ii) a power operated sheller

with the former being given first priority. These shellers were to have the following criteria : simplicity/compactness in their design and construction, low cost and good performance.

The initial testing of the existing shellers procured in Thailand indicated that a hand operated sheller had a good potential because of its simplicity/compactness in design and construction and low cost, such as the hand operated press-blade type sheller, and of its potentially good performance, such as the hand operated press/separation-blade type sheller. It would, therefore, be ideal if these good features could be combined in a single sheller and the objective of the research work at this stage was to achieve this.

The modification/redesign work on the hand operated sheller commenced with the attempt to combine the cutting and twisting actions of the upper blade of the sheller. The first prototype was built and tested for its working principle which showed a good promise. Further intensive modification/redesign work was to follow readily.

6. WORKPLAN FOR THE NEXT PERIOD

Within the next reporting period of October 1986 - March 1987 the following activities will have been carried out and their results available for reporting :

6.1 Intensive modification/redesign of the hand operated sheller, resulting in the final design and construction of more promising sheller(s).

6.2 Formal testing/evaluation of all relevant shellers using factorial design and analysis of variance to determine the most promising sheller.

6.3 Dissemination of the research finding through appropriate means.

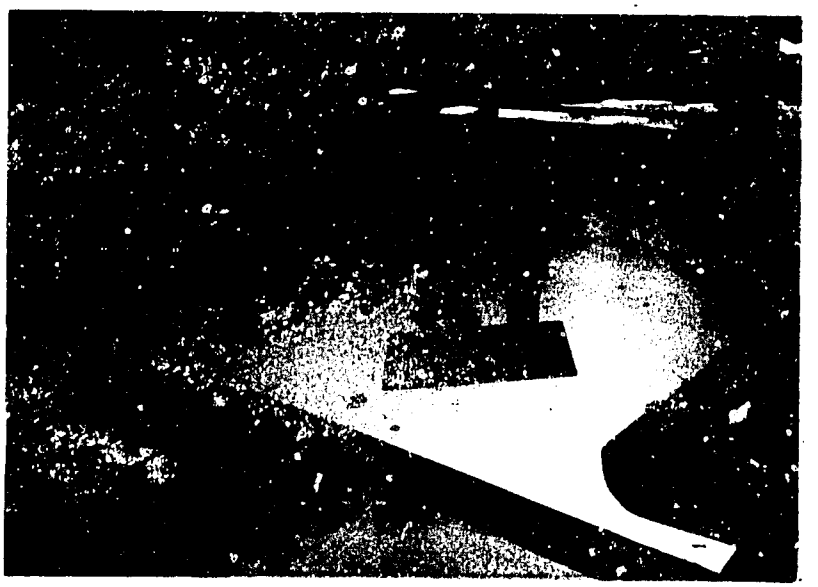
7. PICTURES

Picture 1. The hand operated press-blade type sheller under testing.

Picture 2. The foot operated press-blade type sheller under testing.

Picture 3. The hand operated press/separation-blade type Sheller under testing.

Picture 4. The hand operated Saw blade type Sheller under testing.



Picture 5. The 1st modified hand operated press/twist-blade type Sheller.

8. APPENDICES

Appendix A : Questionnaire used in the data survey on cashew nut farmers in Northeastern Thailand.

Appendix B : Data sheet used for recording results of cashew nut shelling.

APPENDIX A

QUESTIONNAIRE Date _____

Cashew Nut Compact Sized Name of interviewer_____

Sheller Project Name of responder_____

---

1. SITE

1.1 Province _____

1.2 District _____

1.3 Village _____

1.4 Serial order of interview _____

2. GENERAL DETAILS

2.1 Sex of responder _____

2.2 Age of household's chief _____

2.3 Educational level of household's chief _____

2.4 Number of household's members _____

2.5 Number of member of working age (15-60 years)
- 2.5.1 Male _____
- 2.5.2 Female _____

2.6 Number of working animals _____

2.7 Farm machinery
- 2.7.1 Water pump _____
- 2.7.2 Power tiller _____
- 2.7.3 Tractor _____
- 2.7.4 Thresher _____
- 2.7.5 Thai farm truck _____
- 2.7.6 Cashew nut sheller _____

3. LANDS AND CROPS

		Rice	Field crops
3.1	Areas under holding(rai)	_____	_____
3.2	Irrigated or non-irrigated?	_____	_____
3.3	Cultivated areas(rai)	_____	_____
3.4	Type of soil	_____	_____
3.5	Frequency of land use per year	_____	_____
3.6	Areas used for 2nd crop(rai)	_____	_____
3.7	Field crops cultivated		_____
			_____

4. CASHEW NUT PRODUCTION

4.1	Areas cultivated (rai)	_____
4.2	Land description	_____
4.3	Cashew variety/where from?	_____
4.4	Present age of trees (years)	_____
4.5	Plant spacing (m)	_____
4.6	Row spacing (m)	_____
4.7	Total number of trees	_____
4.8	Harvesting months	_____
4.9	Total yield (kg)	_____
4.10	Specific yield (kg/tree)	_____
4.11	To whom and where the nuts are sold ?	_____
4.12	Price of unshelled nuts sold (baht/kg)	_____
4.13	Any shelling done for trading?	_____
4.14	If yes, total amount shelled	_____
4.15	What shelling method used?	_____

4.16 If no, reason(s) for not shelling :

4.16.1 Production amount too small _____

4.16.2 Too much difficulty _____

4.16.3 No knowledge of a good shelling method _____

4.16.4 No appropriate sheller available _____

4.16.5 Insufficient incentive ? _____

4.16.6 Others ? _____

5. NEED FOR SHELLER(S)

5.1 Any knowledge of a hand operated sheller or a power driven saw blade type sheller? _____

5.2 If appropriate shellers are available , any interest on shelling for trading? _____

5.3 In your opinion, an appropriate sheller:

5.3.1. should be man operated _____

5.3.2 should be power operated _____

5.3.3 should have a shelling capacity of ... (kg/h) _____

5.3.4 should cost less than ...(bath) _____

DATA SHEET FOR CASHEWNUT SHELLING

Date ..... Site .....

Sheller

Type .....

.....

Remarks : .....

.....

Cashew Nuts

Variety ..... from which Province? .....

Features : ☐ recently harvested ☐ harvested/stored for .....years

Appearances .....

Average wt. per nut ..... g ; standard deviation ..... g

Average no. of nuts per kg .....

Treatment before shelling : .....

.....

Sample	Time		Whole kernels	Broken kernels (kg)	Total wt. of kernels (kg)	Shelling capacity (kg/h)	Whole kernel shelling efficiency (%)	Remarks
	Duration	No. of hr.						
1								
2								
3								
Average								

Manual Labor

No. of persons required per machine : ☐ 1 ☐ 2

Specify which function done by whom :

☐ feeding .....

☐ shelling .....

☐ kernel extracting .....

Overall level of skill : ☐ low ☐ medium ☐ high

Total weight of raw nuts used per sample : ..... kg

Weight of raw nuts used to obtain 1 kg of kernels : ☐ kg

Remarks on general appearances of obtained kernels .....

.....

Other remarks .....

Recorder .....

(.....)