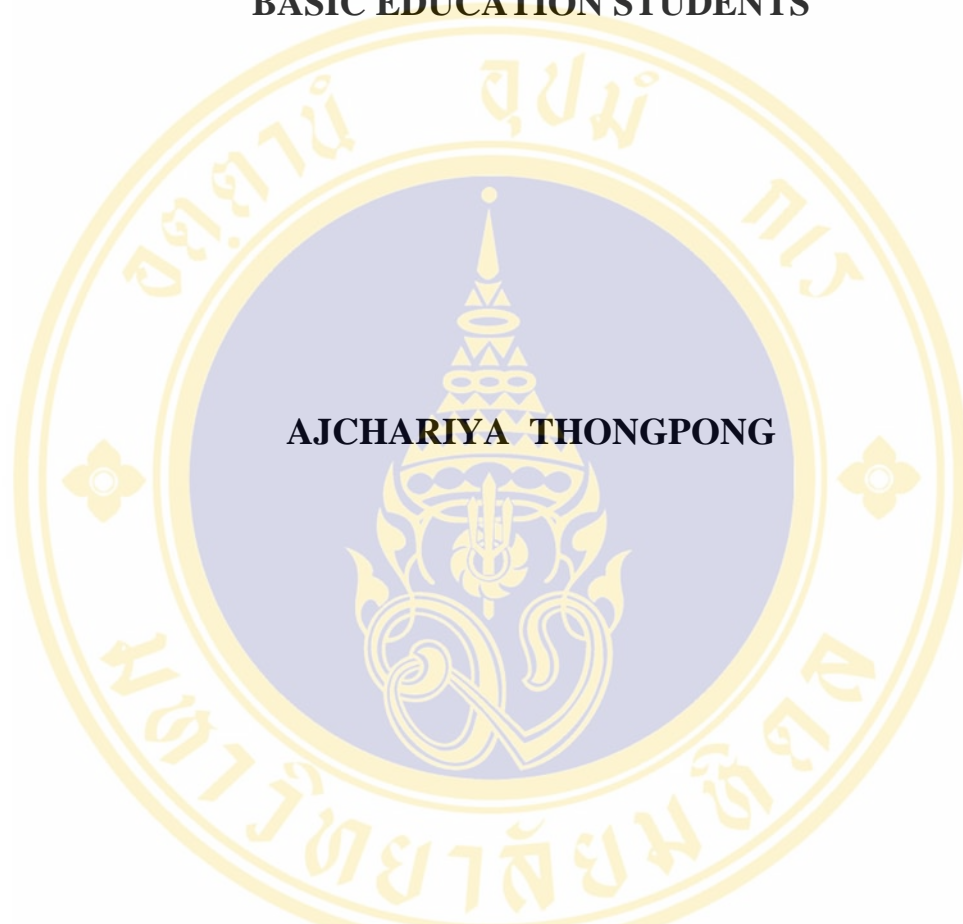


**DEVELOPMENT OF SUPPLEMENTARY BOOK ON
“BIOTECHNOLOGY AND LIFE” INTEGRATED TO
ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR THE THIRD LEVEL OF
BASIC EDUCATION STUDENTS**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF EDUCATION
(ENVIRONMENTAL EDUCATION)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY**

2006

ISBN 974-04-7449-7

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

Copyright by Mahidol University

Thesis
Entitled

**DEVELOPMENT OF SUPPLEMENTARY BOOK ON
“BIOTECHNOLOGY AND LIFE” INTEGRATED TO
ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR THE THIRD LEVEL
OF BASIC EDUCATION STUDENTS**



Ajchariya Thongpong
.....
Miss Ajchariya Thongpong
Candidate

P. Pichayapaiboon
.....
Dr. Pattaraboon Pichayapaiboon, Ed.D.
Major-Advisor

R. Supapongpichate
.....
Assoc. Prof. Rachanont Supapongpichate,
Ph.D.
Co-Advisor

Wee Rawang
.....
Dr. Wee Rawang,
Ed.D. (Environmental Education)
Co-Advisor

Salee Kiewkarnka
.....
Asst. Prof. Salee Kiewkarnka, Ph.D
Acting Dean
Faculty of Graduate Studies

P. Pichayapaiboon
.....
Lect. Pattaraboon Pichayapaiboon, Ed.D.
Chair
Master of Education Programme in
Environmental Education
Faculty of Social Sciences and Humanities


Thesis
Entitled

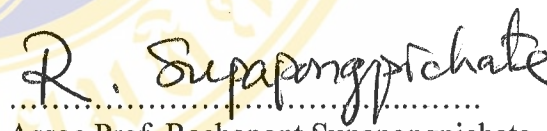
**DEVELOPMENT OF SUPPLEMENTARY BOOK ON
“BIOTECHNOLOGY AND LIFE” INTEGRATED TO
ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR THE THIRD LEVEL
OF BASIC EDUCATION STUDENTS**

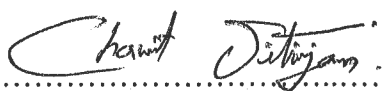
was submitted to the Faculty of Graduate Studies, Mahidol University
for the degree of Master of Education (Environmental Education)

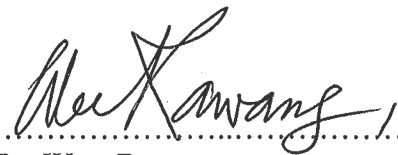
on
4 January, 2006

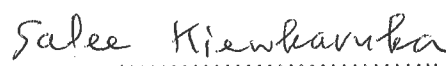

.....
Miss Ajchariya Thongpong
Candidate



.....
Dr. Pattaraboon Pichayapaiboon, Ed.D.
Chair


.....
Assoc. Prof. Rachanont Supamongpichate,
Ph.D.
Member


.....
Dr. Chawit Jitvijarn,
Ed.D.(Environmental Education)
Member


.....
Dr. Wee Rawang,
Ed.D.(Environmental Education)
Member


.....
Asst. Prof. Salee Kiewkarnka, Ph.D
Acting Dean
Faculty of Graduate Studies
Mahidol University


.....
Assoc. Prof. Suree Kanjanawong, Ph.D.
Dean
Faculty of Social Sciences and Humanities
Mahidol University

ACKNOWLEDGEMENTS

The accomplishment of this thesis and also with the achievement from this study, except myself would not be possible without many people, who really make all these good things happened. Starting from Dr.Pattaraboon Pichayapaiboon, my major advisor, Assoc.Prof.Rachanont Supapongpichate, Dr.Weewee Rawang. I would like to particularly express my sincere thank for their recommendation and assistance that helped me to generate many ideas and made this thesis more complete. Their suggestion and consult are deeply appreciated, altogether with his valuable time spending are viewing my work.

Besides, I am very thankful to all friends who are not mentioned by name here for their help in various ways.

Finally, I am grateful to my family for their financial support, entirely care and love. The usefulness of this dissertation, I dedicate to my father, mother, brother and all the teachers who have taught me since my childhood.

Ajchariya Thongpong

DEVELOPMENT OF SUPPLEMENTARY BOOK ON “BIOTECHNOLOGY AND LIFE” INTEGRATED TO ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR THE THIRD LEVEL OF BASIC EDUCATION STUDENTS

AJCHARIYA THONGPONG 4337653 SHED/M

M.Ed.(ENVIRONMENTAL EDUCATION)

**THESIS ADVISOR: PATTHARABOON PICHAYAPIBOON,Ed.D.,
RACHANONT SUPAPONGPICHATE,Ph.D., WEE RAWONG,
Ed.D.(Environmental Education)**

ABSTACT

The objective of this research was to develop a supplementary book on “Biotechnology and Life” integrated to environmental education with sciences, first subject, living organism and life process for the third level of basic education students. Sample participants in the research were 60 students of the third level of basic education students at Chaichimpleewittayakom School. They were divided into the experimental group and control group of 30 students each and subjected to a pretest-posttest control group design.

The supplementary book was divided into six parts as follows: Getting to know biotechnology, Plants and biotechnology, Animals and biotechnology, Application of biotechnology in various aspects, Thailand and Biotechnology, and summarized advantages and disadvantages of the application of Biotechnology the style was in the form of comedy entertainment with cartoon caricature to narrate the story with actual pictures, including integrated environmental education in each part.

The results of the study indicated that students in the control group achieved higher results after reading the supplementary book “Biotechnology and Life” than the control group, non-readers at a statistically significant level of 0.05. The experts assessed the supplementary book as good quality and the students rated it as excellent quality.

The conclusion was made from this research that the supplementary book “Biotechnology and life” had good quality and should be used as a supplementary book for basic sciences, this would integrated with environmental education for the third level of basic education students. This would increase knowledge and understanding, and effectively raise awareness in Biotechnology and environment among student.

**KEY WORDS: SUPPLEMENTARY BOOK / ENVIRONMENTAL
EDUCATION / INTEGRATED / BIOTECHNOLOGY /
THE THIRD LEVEL OF BASIC EDUCATION STUDENTS**

106 P. ISBN 974-04-7449-7

การสร้างหนังสืออ่านเพิ่มเติมเรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพกับชีวิต เพื่อบูรณาการสิ่งแวดล้อมศึกษา
สำหรับนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 (DEVELOPMENT OF SUPPLE-
MENTARY BOOK ON “BIOTECHNOLOGY AND LIFE” INTEGRATED TO
ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR THE THIRD LEVEL OF BASIC
EDUCATION STUDENTS)

อัจฉริยา ทองป๋อง 4337653 SHED/M

ศษ.ม. (สิ่งแวดล้อมศึกษา)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ภัทรบูรณ์ พิชญ์ไพพบูลย์, Ed.D., รัชชานนท์ ศุภพงษ์พิเชฐ, Ph.D.,
วีร์ ระวัง ,Ed.D. (Environmental Education)

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างหนังสืออ่านเพิ่มเติม เรื่อง “ เทคโนโลยีชีวภาพ
กับชีวิต” เพื่อบูรณาการสิ่งแวดล้อมศึกษากับวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สาระการเรียนรู้ ที่ 1 สิ่งมีชีวิต
กับกระบวนการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3) กลุ่มตัวอย่าง
ที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียน ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนไชยฉิมพลีวิทยาคม
จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน โดยใช้รูปแบบการทดลอง
แบบวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (The Pretest-Posttest Control Group Design)

หนังสืออ่านเพิ่มเติมที่สร้างขึ้นแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 ตอน คือ มารู้จักเทคโนโลยีชีวภาพ
กันเถอะ, พี่ชากับเทคโนโลยีชีวภาพ, สัตว์กับเทคโนโลยีชีวภาพ, การนำเทคโนโลยีชีวภาพไปใช้ในด้าน
ต่างๆ, ประเทศไทยกับเทคโนโลยีชีวภาพ, และบทสรุปข้อดี-ข้อเสียของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ใน
รูปแบบบันเทิงคดีมีตัวการ์ตูนดำเนินเรื่องผสมกับภาพจริง และมีการบูรณาการสิ่งแวดล้อมศึกษาไว้
ในแต่ละตอน

ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการอ่านหนังสือ
อ่านเพิ่มเติม เรื่อง “เทคโนโลยีชีวภาพกับชีวิต” สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้อ่านหนังสืออ่านเพิ่มเติม
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการประเมินความพึงพอใจหนังสืออ่านเพิ่มเติมของผู้ทรง
คุณวุฒิอยู่ในระดับดี และผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก

จากการวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ว่า หนังสืออ่านเพิ่มเติม เรื่อง “เทคโนโลยีชีวภาพกับชีวิต” มี
คุณภาพ สามารถใช้เป็นหนังสืออ่านเพิ่มประกอบวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและใช้ในการบูรณาการ
การเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 และ เสริมความรู้
ความเข้าใจ สร้างความตระหนัก ในเรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ และสิ่งแวดล้อมให้แก่นักเรียนได้
อย่างมีประสิทธิภาพ

CONTENTS

| | Page |
|--|-------------|
| ACKNOWLEDGEMENTS | iii |
| ABSTRACT (English) | iv |
| ABSTRACT (Thai) | v |
| LIST OF TABLES | viii |
| LIST OF CHART | ix |
| CHAPTER | |
| I INTRODUCTION | |
| 1. Rationale and Justification | 1 |
| 2 Objective of the Studies | 4 |
| 3. Research Questions | 4 |
| 4. Research Hypotheses | 5 |
| 5. Scope of the Studies | 5 |
| 6. Operational Definitions | 5 |
| 7. Contributions of the Studies | 6 |
| II LITERATURE REVIEWS | |
| 1. Documents relevant to Supplementary Book | 7 |
| 2. Biotechnology | 19 |
| 3. Documents Relevant to Environmental Education | 25 |
| 4. Psychology of Learning | 32 |
| 5. Basic Curriculum 2001 | 34 |
| 6. Related Research | 40 |

CONTENTS (cont.)

| CHAPTER | Page |
|---|-------------|
| III RESEARCH METHODOLOGY | |
| 1. Developing and Improving Supplementary Book | 43 |
| 2. Testing the Supplementary Book | 49 |
| IV RESEARCH RESULTS | |
| 1. Result of Development of Supplementary Book | 55 |
| 2. Result of Experiment of Supplementary Book | 56 |
| 3. Testing final version of Supplementary Book | 58 |
| 4. Scholars and the Third level of Basic Education Student's Evaluation of Supplementary Book | 61 |
| V DISCUSSIONS | |
| 1. Formulation of Supplementary Book | 68 |
| 2. Formulation and Development of Evaluation Forms | 68 |
| 3. Experiment of Supplementary Book | 69 |
| VI CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS | |
| 1. Research Conclusions | 72 |
| 2. Recommendations from Research Findings | 74 |
| 3. Recommendations for Further Research Studies | 74 |
| BIBLIOGRAPHY | 76 |
| APPENDIX | 83 |
| BIOGRAPHY | 106 |

LIST OF TABLES

| Table | | Page |
|-------|---|------|
| 1 | Identifying Plot of the Supplementary Book on “Biotechnology and life” | 44 |
| 2 | Content Analysis for “Biotechnology and life | 46 |
| 3 | Controlled and Non-controlled Groups comparison of Averaging learning Achievement Pretest and Posttest Scores | 58 |
| 4 | Experimental Group comparison of Averaging learning Achievement Pretest and Posttest Scores | 59 |
| 5 | Control Group comparison of Averaging learning Achievement Pretest and Posttest Scores | 60 |
| 6 | Controlled and Non-controlled Groups comparison of Averaging learning Achievement Pretest and Posttest Scores | 61 |
| 7 | Expert’s Opinion Evaluation on Supplementary Book | 63 |
| 8 | Student’s Opinion Evaluation on Supplementary Book | 66 |
| 9 | The level of difficulty (P) and the discrimination power (r) of knowledge pre-test and post-test | 86 |
| 10 | Comparison result of knowledge pre-test and post-test Controlled and Controlled Groups | 89 |

LIST OF CHART

| Chart | | Page |
|-------|---|------|
| 1 | Design for Pretest and Posttest Control Group Design | 51 |
| 2 | Steps for the Pretest and posttest Control Group Design | 51 |
| 3 | Experimental Step | 53 |
| 4 | Second Step for Experimental research | 54 |



CHAPTER I

INTRODUCTION

1. Rationale and justification

Implication of Biotechnology or exploitation from living organisms and the process for application of knowledge to benefit mankind have been done for very long time since the past. Through the use of diversified nature in everyday living, man has learned from trial and error until they reinforced his experiences to become his knowledge and continue developing. Thailand has been evolved in foods preservation and conversion for sometimes, for instances, making fish sauce, soy sauce and fermented foods which were considered tradition Biotechnology as well as modifying plants and animals' species for more products and better quality.

Since the time Dr. Watson and Crick predicted the structure and traditional Biotechnology as well as plants and animals species adaptation for greater yield and better quality together with the alignment of DNA which was genetic elements of living creatures 50 years ago, it had led to advance Biotechnology to reveal secret for genetic controlling of different species based on the developed technology, such as, cultured tissues, genetic analysis, studies on genetic display and transferring genetic features to living creatures. These had made man able to control genetic change of living creatures, namely, Genetic engineering (Yongyut Yuttavong, 1:2004). Plant that had been through Genetic engineering was called GMO, giving birth to advance Biotechnology with tremendous capability to produce more foods and agricultural products without utilizing more natural resources.

Tobacco was the first plant undergone GMO that had been success in Genetic transferring, for example, insects resistance gene, weeds and viruses resistance as well as transferring Gene of economic crops, such as, tomatoes, potatoes, cottons, corns and soybeans until becoming commercial commodities. Furthermore,

there have been many researches in Genetic engineering related to other living creatures, for instances, fishes, germs and animals, especially treatment of illness from abnormal Gene. Nonetheless, changing in one area may send subsequent effect, considering there have never been these plants or living creatures existed in natural habitat. Some developed elements had never been known before in the foods chain. Therefore, there has been more concerned with the effects that may occur from exploitation of Genetically Modified Organism regarding safety in foods consumption, environmental impacts from planting, impacts to other environments co-existed in the same ecosystem and evolution's impacts from increasing possibility to produce more living creatures from Genetically Modified Organism.

The revolution of Biotechnology is happening and quite significant to mankind as much as the revolution of Information technology because of its association with the health and well-beings of human and environment. Somehow, incorrect implementation of such technology without proper knowledge and understanding may result in disadvantages rather than advantages. Rejecting Biotechnology is not solution to the problems. The correct venue is to study and develop understanding in society so that mankind should truly benefit from such technology.

As for Thailand, knowledge and understanding regarding Biotechnology have not been widely known. It is restricted only in the academic circle. Most people are unknown about Biotechnology and some rejected it by seeing it as harmful object. As being evidence by the new of Biotechnology regarding GMO plants or cloning which had caused panic among the general public. Therefore, in order to reduce the concern regarding risks from consumption, people should be made to know and understand more and the groups that we should present the knowledge are children and adolescent in the Educational Institution so that they may present this knowledge to their parents.

Since Ministry of Education has been aware of the significance of Biotechnology, the knowledge in Biotechnology is included as part of Sciences for the

3rd Level of Basic Education Students, 4th Level of Basic Students, first subject: Living Organisms and Life Process, standard 1.2 to understand process and significance of transmitting heredity, life evolution, Biotechnology diversity, application of Biotechnology toward human and environment with the process to continue searching for knowledge and psychology as well as communicating the learning and applying knowledge (basic Sciences, Basic Curriculum 2001). It aims to abruptly increase the students' knowledge understanding on Biotechnology in daily life, enabled them to choose products from Biotechnology correctly with the least impact to self and environment.

Developing knowledge and understanding regarding Biotechnology are considered essential, especially among the students because knowledge in Biotechnology is academic knowledge in Sciences that contains specific contents and technical vocabularies. Therefore, in order to make the students understand more Biotechnology, the teacher must develop media or different tools to transfer subject that should make the learners understand better.

From experimenting, findings revealed that tools that should help the achievement in teaching have been the teaching media and other educational activities. Teaching media had been classified into different types with own unique identity, unable to tell which media is better. However, in the selection of teaching media, many elements must be taken into consideration, for example, suitable with ages, learning location, learning duration, including other environmental conditions (Vassana Chowha, 1990: 15). Nonetheless, media that could widely disseminate knowledge, understanding is the supplementary book to increase the learner's experiences which would increase effectiveness in teaching among schools. These increase experiences books consist of outside reading books, supplementary books, reading promotion books (Jintana Bigasuyee, unknown year: 134).

The supplementary book is considered one of the most important teaching materials because of its main objective to promote teaching and exploring other academic areas further from required texts. Certain part of specific curriculum had

been expanded for more details in order for the students to understand better which made them enjoy learning and pay more attention to the lessons (Department of Curriculum and Instruction Development, 1991:4). It is conveniently used without any gadgets and inexpensive when compared to other media. Therefore, the researcher firmly believes that the supplementary book could benefit instructors in teaching and promote understanding in lessons among the learners.

Presenting the supplementary book in the form of cartoon should arouse the children's curiosity because it is able to reach the readers easily (Jintana Bigasuyee, year unknown: 243) in very little time by presenting in units as cartoon narrated with words so that children may obtain knowledge and enjoyment at the same time (Jintana Bigasuyee, year unknown: 128). The researcher was interested in developing the supplementary book on "Biology and Life" to assist in teaching Sciences to the 3rd Level of Basic Education Students in the form of cartoon with narrated contents and mixture of Biotechnology related to human's life in different areas. This should help the students to gain knowledge and understanding as well as being able to apply that knowledge in daily life and evaluate the effects toward environment from the application of Biotechnology.

2. Objectives of the Studies

Objectives of this study were as follows:

- 2.1. To develop the supplementary book on, "Biotechnology and Life" integrated to Environmental Education for the 3rd Level of Basic Education Students.
- 2.2. To study the Achievement of the supplementary book on, "Biotechnology and Life" for the 3rd Level of Basic Education Students
- 2.3. To evaluate students' satisfaction toward the developed supplementary book.

3. Research Questions

- 3.1. Does the developed supplementary book actually help the students to increase knowledge in Biotechnology after the implementation with the 3rd Level of Basic Education Students?

3.2. Does the developed supplementary book integrate to Environmental Education?

4. Research Hypotheses

4.1. Experimental Group of students who read the supplementary book should have higher average Post-test scores than Pre-test scores with statistical significance value at 0.05.

4.2. Experimental Group of Students should have higher average Post-test scores than average Pre-test scores with statistical significance value at 0.05.

4.3. Most students should be highly satisfied with the developed supplementary book.

5. Scope of the Studies

5.1. The supplementary book on, “Biotechnology and Life” was designed as the book to aid Sciences teaching in 1st subject: Living Creatures and Life Process in accordance with 1.2, especially regarding the contents of Biotechnology in various aspects for the 3rd Level of Basic Education Students.

5.2. The sample group in this research consisted of 30 students from 2 classes of the third Level of Basic Education Students at Chaichumpleewittayakom School, Khet Pasecharoen, Bangkok Metropolitan. Students were selected by Simple Random Sampling and separated into 2 groups, Control and Experiment, one group from each classroom.

6. Operation Definitions

6.1. Supplementary Book on “Biotechnology and Life” is defined as: the book that had been constructed by the researcher based on curriculum with the entertainment style of writing that included cartoon to narrate stories so that the student could enjoy as well as being educated in Biotechnology and environmental studies. The learner could also self-study to understand contents, significance materials and roles of Biotechnology and environmental studies.

6.2. Biotechnology is defined as: the technique and technology for bringing living creatures or their components to develop plants and animals' species or food productions for better living environment.

6.3. The third level of Basic Education Students is defined as: the students in the school system in the 3rd level of Basic Education Students from the Upper Secondary School students 1st level to 3rd level.

6.4. Integrated is defined as: the process of searching for data by the learner to form self-knowledge from mixing various methods and subjects together.

6.5. Environmental education is defined as: the process to study environment in order develop knowledge, concern and conscious toward good environment, aiming for appropriate behavior or social value to preserve or better environment quality.

6.7. Learning Achievement Results are defined as: average scores from testing knowledge in Biotechnology after reading the developed supplementary book.

6.8. Satisfaction toward the supplementary book is defined as: results from evaluation after reading the developed supplementary book by measuring the level of satisfaction.

7. Contribution of the Studies

7.1. Acquiring Supplementary Book on “Biotechnology and Life” for the thirteenth level of basic education students in Sciences, the first subject of living creatures and life existence standard Sc. 1.2, especially on contents relevant to Biotechnology in many aspects that had already passed the quality test.

7.2. Applying Supplementary Book on “Biotechnology and Life” with the developed integrated environmental education for the third level of basic education students.

7.3. Being guidelines in the construction of other supplementary book and other educational levels.

7.4. Disseminating to interested parties to benefit the study of Biotechnology inside and outside school systems

CHAPTER II

LITERATURE REVIEWS

In developing and testing supplementary book, documents and relevant literature involved in the following areas.

1. Documents relevant to supplementary book
2. Biotechnology and Life
3. Documents relevant to Environmental Education
4. Learning Psychology
5. Basic Curriculum 2001
6. Relevant Researches

1. Documents relevant to supplementary book

1.1 Definition of supplementary book

Supplementary book is another type of book to stimulate experiences which based on curriculum for the students to appropriate for age and individual reading ability. It contains knowledge which may derive from any part of the curriculum or knowledge from any events which should increased experiences of the readers who are students in different ages. The written styles are both education as non fiction and entertainment as fiction, but rather incline toward education than entertainment. The main purposes of writing supplementary book is to emphasize writing in any subject, so called teaching aid in the old day (Jintana Bikasu, year unknown:134)

Department of Curriculum and Instruction Development (1979:9) had defined the meaning of stimulate experience book as published teaching media for Primary and Secondary Schools by the Department of Curriculum and Instruction Development as well as published media from private printing company presented to Department of Curriculum and Instruction Development for verification and

permission to be used as teaching aid and also promoting intellectual growth, social, emotion and spirit. According to Supatra Chomket (1979:115), she had stated that supplementary book is the book that Ministry of education recommending for school to buy so that the students can use them to assist learning for increasing more knowledge and experiences of students in various subjects.

Furthermore, Ranapop Pravatngam(1981:7) had given the meaning of supplementary book as the book with intention to promote reading and searching various subjects aside from the require book by expanding either section content in the curriculum or having more details further from curriculum that may be different from required books to suit the students ages and reading capabilities.

In conclusion, the supplementary book is defined as book that contains subject related to curriculum for the student to self-study to increase knowledge by reading both inside and outside school hours for knowledge and entertainment as being called Entertain Literature.

1.2 Type of Supplementary Book

According to Ministry of Education, 1979 regarding the use of school books for Primary and Secondary Students were divided into 2 types.

1. Outside reading is the book that Ministry of Education assigned for any subjects required by curriculum besides the school books which is considered part of the curriculum.

2. Supplementary book is the book based on curriculum for appropriate self-study and reading ability of each student. This book is once known as supporting book.

3. Explanation book is the book for searching information on the studying subject which is designed as academic or reference.

4. Support reading book is the book aiming to build up skills in reading and eagerness in reading. It could be documentary, story or fable which complies with

good culture, tradition and doctrine as well as giving knowledge, moral and useful idea.

From those concepts regarding supplementary book, there has been more attention given to formulate supplementary book to improve reading for the student to self-study for knowledge and aid teachers and professors. As a result, the Department of Curriculum and Instruction Development had prepared supplementary book on Natural and Environmental Conservation for Secondary School on the subject of “Scenic Pollution” written by Ittipol Rasrikriengkai to present the knowledge regarding the perception on contaminated scenery resulted from natural and human wastes which could affect both human’s mental and physical health. Moreover, it had provided guidelines to prevent scenic pollution for everyone in the society to co-exist happily among the clean environment (Department of Curriculum and Instruction Development: 1999).

Sciences and Technology Teaching Promotion Institution had constructed supplementary book on Environmental Education for Secondary School titled, “This electricity has price” as instructional aid for the teacher and students in environment at Secondary School level, including concerned parties interested to study this subject in order to prevent problems and prevent disaster from polluted environment. Inside the supplementary book, it contained the contents, pictures and activities table for questions to work on with answer at the end. Besides, there were information schedules to calculate energy value that had been lost (Sciences and Technology Teaching Promotion, 1985).

These books were born from concepts to increase more knowledge sufficient enough for the base of understanding in the contents written by the authors to aid the study or increasing existing knowledge with more transparency for the concerned parties.

1.3 Requirement for Supplementary Books

Supplementary book is essential for curriculum teaching by having many scholars support these ideas.

Bunlae Plugsawas (1978:58) had summarized essential as:

1. Expanding some subjects in the school books for the students to understand more.
2. Giving the learner wider skills in using words and languages.
3. Building more love for reading than school books.
4. Building habits for exploring and developing better reading.
5. Supplementary book is considered subjects to compensate for the children's deficiency.

Ministry of Education (Department of Curriculum and Instruction 1977: 5-6) had categorized the essential value of supplementary book in 2 major aspects:

1. For teacher, instructional teachers and students to gain knowledge as specified in the curriculum. Teachers must acquire supplementary knowledge for teaching preparation to answer students and recommend for supplementary study so that the students could expand their knowledge boundaries in accordance to the purposes of the curriculum. Teachers must be familiar with other books well enough to know which one is easy, difficult and suitable for student self-study and understanding.
2. For the student to read only one book for one subject, his knowledge base would be too narrow because the book only contained the content required by curriculum to benefit the students in the medium level. Self-studied including exchanging knowledge and transmitting opinion among the students had helped the students to achieve the curriculum's goals better.

Furthermore, Department of Curriculum and Instruction Development (199168) had stated that supplementary book besides being educational tools to

promote teaching according to Ministry of Education's curriculum, its important roles involved in the following areas:

1. Promoting knowledge because the contents related to concept, principle or theory in one or many subjects which could be benefit to the reader in leading lifestyles, studying for knowledge as well as creating growth and development in different areas.

2. Promoting appropriate attitude because had presented not only contents that boost up knowledge and intelligence but also inserting ideas that would help the reader to create proper attitude.

3. Promoting intellectual by giving the reader the opportunity to develop skills in observation, interpretation, and comparison by giving well defined reasons, synthesis and evaluation.

4. Promoting the understanding in accordance to the content structure and cognitive Dement of the reader with appropriate example.

5. Promoting self-study.

1.4 Measures Setting for formulating supplementary book

Chaveewan Kuhapinan (2028: 4-21) had stated that good books for the children must include steps and general methods for making this book as follows:

1.4.1 Good features of Children Books

1.1 Good contents that are appropriated with ages and experiences, intellectual and ability of children. For small children, contents should relate to children's surrounding, such as, pets, trees, and flowers. For older children, contents should be further away from their familiar surrounding, but still include the subjects that children eager to learn. Contents must be easy to understand, concise and uncomplicated as well as arranging orderly. As for Upper Primary School Students or Pre-adolescents and adolescents, contents must be gradually easy to difficult or

arranging appropriate events to make the contents easily understandable and being able to memorize without recital.

1.2 Author is the important person to provide technique and special ability to make the book capture children's attention for it could become their companion. Author must possess knowledge, understanding about children, such as, knowing child psychology, children's needs and interests suitable for certain ages. Furthermore, author must sincerely love the children, not value only the money until fails to see that children are valuable resources and hope of the nation for developing country's good future. Author must include good deeds and knowledge to create good children.

1.3 Plot must be chronological arrange without complication and confusion, and with exciting, arousing and interesting plot.

1.4 Theme or the core of the story is referred to concept of the story that has been included in the plot and content of each book. Most themes for children's book should be clearly defined. In another words, it teaches the children to be good, brave, honest, economical and helpful.

1.5 Illustration is the most important part of the book to attract children's attention and arouse their curiosity to read. Pictures should be colorful, clearly printed. Most Thai children dislike dark colors, such as, blue and grey. They prefer bright and hot colors, such as, red and yellow. Pictures should combine drawing pictures, photos and written pictures. If they are the line drawing, they should be clear and easily seen. Numbers of pictures depended on the age of the children which could be reduced if the child is older.

1.6 Illustrator must know psychology, attention and the need of the children, including colors and characteristics of pictures most preferred by the children. Therefore, the illustrator needs to consult with the writer on regular basis to have the pictures come out the way the writer needs, including matching with contents and facts.

1.7 Layout and pages layout, including pictures layout and descriptions must be appropriately arranged, artfully and skillfully. Avoid layout pictures and descriptions on the full page so that there are no spaces left in between which should make children bore. Spaces should be in between for the children to rest their eyes during the reading. Art and pictures with well descriptions could be arranged in many ways:

1. Picture opposite with narration and should be on the right page because most people always look on the right side first.

2. Picture places on the same page with alphabets. Narration may be above or below the picture or between or spread all over as long as it is in the same page.

3. Picture and narration should link to the next page for better vision. Picture must be large with interesting layout which should make the picture larger and wider.

4. Words must be made in simple language, suitable with children's age. Explanation must not be too complicated so that the children can understand in their own familiar language.

5. Character should be the same age as the children or closer and avoid using too many characters because they may confuse the children.

6. Writing Style should be fun to make the children enjoy reading, not too involve with serious teaching. Story must be exciting, astonishing enough to arouse the children's curiosity.

7. Format should be flexible with proper size for conveniently handle when reading, flipping pages. Book's size may be made smaller to reduce cost but retain the alphabet size, large and clearly. Format must be attractive or made into pocket book (7 inches X 4 inches). There are two types of formats with the proportion of 4:3, vertically (4 inches X 6 inches and 8 inches X 6 inches). Paper used should be in good quality and shiny with proper thickness and strong in white or beige colors.

8. Cover may be soft or hard cover but should be strong and durable. Hard cover is more expensive than soft one. Cover should contain picture that matching with content and attracting attention so that the children would like to read and guess what the story is all about.

9. Alphabets must be large, clear, especially if the book is made for younger children. For older children, alphabets may be reduced in size. As for adolescents, regular size alphabets (19 one and half points, one point equal to 1/72 inch) can be used. Alphabets should not be too fancy because it would be hard to read.

10. Numbers of pages for Pre-adolescents from Lower Primary School are approximately 30 pages to 100 pages and adolescents at 100-200 pages.

Children book for 10 years old to 20 years old (Pre-adolescents to adolescents) should contain the following features:

1. Normal printing letters
2. Appropriated color or black and white pictures (reduction numbers possible), approximately 70 percents contents and 30 percents pictures.
3. Using simple language, in trend with adolescents, but avoid using slang.
4. Good content and close to reality and ages of children. Books should be entertaining and providing knowledge at the same time as well as having contents that attract adolescent's attention, not only teaching, but also giving advice and example.
5. Creating imaginations and concepts.
6. Being the Pocket book.
7. Cover is drawn with interesting picture and Art.
8. Having the length over 150-200 pages.

1.4.2 Steps for making Children's books

1. Studying the following steps

1.1 Studying from good children book that had receive awards from the contests both domestic and overseas to look for the guidelines in each book, including plots, theme, writing style, language, unique point and flaws.

1.2 Studying form texts, other documents and researches, children's interests, preferred children books, experts' opinions, ability, interviewing and practice writing regularly.

1.3 Studying the work of world renowned authors of children books both domestic and international.

2. Plot consists of naming stories and identify theme which could be told to the students after finishing the writing to find out how the children react to the story. If they like the story, it may be fine, but if the children criticize, do not lose the temper because children are the best critic.

2.1 Plot should have the outline for documentary. It must be consisted of details to show the guidelines for writing and included theme.

2.2 Summarized to let the reader know what the story is all about in short but be sure to make it as close to the full story. Summarized should include structure so that the reader could enjoy reading both short and long story.

3. Scripts is the way to present story from summarize to tell steps and pictures by stating which page, starting from the cover to introduction to in until the last page with picture and descriptions about what type of pictures where, numbers of pages. Writing scripts could be done in many ways, such as, listing how many pages and pictures in which pages, descriptions or writing scripts in each page with pictured and descriptions.

4. Dummy is the way to imitate children's book which could make into small size with the details from the scripts and drawing picture in that dummy from cover to the last page, including drawing and descriptions for the script, drawing circle id unable to draw pictures and label what type of picture.

5. Format as if it is real, such as drawings, descriptions and layout based on the dummy. The widely popular size is 13X18.5 centimeters or 16 pages and the width of 14.6 X 21 centimeters

6. Naming Story should be interested and motivated the reader to follow through and kept on guessing what the story is all about with proper wordings and in

trend. One of the techniques is to name the story in a way that children can use their imaginations.

Jintana Bisugaye (96-99) Head of Book Center, Department of Curriculum and Instruction Development) Ministry of Education had recommended guidelines to develop supplementary book for children as follows:

First Steps: Identify objectives, name of the story and design of contents by stressing on Out-line for clarity and suitable for ages.

Second Steps: Writing contents in detail, identifying pictures for drawing and contents in the paper until reaching the set numbers. Each picture should have descriptions or narrations.

Pinyo Sathorn (1978:253-254) had given the guidelines for judging the supplementary book as follows:

1. Contents consisted of the following criterions.

1.1 Helping to increase student's experiences, intellectually and emotionally

1.2 Interesting points related to the student's concept

1.3 If being the book to provide knowledge or news, those books or news must be accurate and modern and provided more knowledge to the children.

1.4 It must be different from the book that the students had.

1.5 Cartoon

Pornchun Junthravimol (1991:76) had referred to English word "Cartoon" which should have its root from Italian word "Cartoon" that meant for the paper with the drawing. Later, the meaning of the word have changed into ways of teasing, funny, sarcastic or showing wild imagination.

Kinder (1959:152) had classified cartoon into 2 types: Cartoon and comics. Cartoon has extended into many pictures and could not present as one picture to tell the whole story. Cartoon could be presented in 2 types, as the section with other stories, such as, in the newspaper, weekly journal, as Cartoon strips. Another way to present entire cartoon called comic book.

According to Pornchun Jantaravimol (1991, 78-79), cartoon can be classified into the following types.

1. Two types of Natural Imitation.

- 1.1 Simulated animals referred to animal's pictures quite resemble to the real animals but keeping cartoon features with animal's gestures.

- 1.2 Animals with human gestures referred animal's pictures quite resemble to the real animals but having human gestures and dress alike, such as, Mickey Mouse, Donald Duck or Doraemon

2. Human Cartoon that imitated human or only emphasized on unique human traits.

3. Fine Cartoon referred to cartoon with beautiful drawing as if being Art with lining quite consider as valuable art.

4. Graphic Cartoon referred to Cartoon with design as if being in the cartoon exhibition. Most cartoon caricatures are being done in plain colors or light color with scope of color and distinct line as same as Graphic Art.

5. Three Dimension Cartoon referred to developing cartoon from other materials, such as, clay, woods, plastic, for the cartoon to be in three dimensional before making into pictures to proceed with photos and making into 2 dimensional cartoon. If it is made into the movies, it would be Animation.

Therefore, cartoon has possessed many features for us to choose from.

Chom Phumipak (unknown year: 143) had stated that Cartoon was suitable for children's book because it was easy to read and understand and able to draw the children's attention than merely words. The author could include knowledge, ideas and morals inside the cartoon.

1.5.1 Cartoon Value toward Education

Veera Putklang (1981:46) had summarized cartoon value as follows:

1. Creating fine concepts and beautiful imaginations.
2. Encouraging more attention.
3. Creating good ideas from writing or narrating stories with pictures. With good cartoon, creative thinking would eventually happen among children.
4. Some cartoon helped the children to memorize even some strange words. With good cartoon, children would memorize more. Generally, children have been memorized more with new story so that they could talk to friends or teachers about it. Children who are interested in reading cartoon usually memorized better than children who read only regular books. Books with beautiful pictures should help children to memorize more.

1.5.2 Implementation of Cartoon as the supplementary book or teaching materials

Cartoon Knowledge is defined as Cartoon that has given direct knowledge as being media to provide knowledge and useful information. This idea of using cartoon to provide direct knowledge as same as other texts had appeared since 1987 because cartoon is considered one of the media that could reach the reader easily in no time, suitable for individual with less time to spare (Jintana Bigasuyee, year unknown:243)

Cartoon pictures could be applied with many subjects, such as, Sciences, Nature, Environmental Conservation, History, Biography, Health, Cultures, Traditions and Literatures. These subjects may separate contents into units with cartoon to narrate

the stories that would provide both knowledge and enjoyment to the reader as well as easy to understand at the same time (Jintana Bigasuyee, year unknown: 251).

Those supporting evidences of cartoon's value toward education by making cartoon into the supplementary book have given cartoon more prominent roles as being the teaching media with effectiveness and efficiency.

2. Biotechnology

2.1 Definition of Biotechnology

Biotechnology is the application of technology to modify living organism or part of living organism to benefit mankind. Biotechnology has been practiced in Thailand for sometimes as traditional Biotechnology, for instances, making fish sauce and soy sauce, fermented foods, modifying species for more products with higher quality, herbal treatment.

Currently, Biotechnology is defined as modern technology, having Sciences as the base that mixed with many subjects, such as, Biology Chemistry to Engineering. It may be called Cooperative knowledge that has applied basic knowledge regarding living organism for benefit, starting form expanding living organisms, converting raw products into foods or medicine, including the use of germ to treat waste water or using waste as fertilizer.

Molecular Biology has provided us insight understanding in reproductive system and living organisms' way of living. This understanding led to changes in heredity among living organisms. For instances, Hormone for germ or Human protein can be produced currently at industrial level rather than taking from animals or human's blood as practicing in the past. Presently, we can add unique heredity trait with plants and animals to derive with plants that able to resist insects or animals that produce vaccine in the milk. Changing in heredity traits of living organisms, so called

Genetic Engineering can be done by slicing gene. Plants that had been passed this process were named GMO plants.

2.2 DNA. Living Organism's Blueprint

Most important element among Living organisms is DNA which controls the structure and cells' operation where information is being stored and transmitted to the offspring of that living organism. Changes among living organisms originated from DNA which could be compared as the blueprint of living organism. Living cells would keep DNA inside the sack or Nucleus.

DNA consists of small units, so called 4 Bases: A=adenine, G=guanine, T=thymine and C=cytosine that line up into two long strand of double helix, having A of one line up of 4 Bases in DNA represents code for identifying characteristics and living organisms' operation. DNA code is the command to produce Proteins which has been considered one element in the cell. It consists of Amino Acid which is available for over 20 types with different size and quality. Different order would make Amino Acid line up differently and turning into other protein with different quality and role in the cell.

Cell's operation in living organisms results from over ten thousand proteins working together and based on the complexity of cell and living organisms. Therefore, DNA must have tremendous codes for building Proteins. A set of code for building Proteins is called gene and entire gene of living organism are being called genome. Genomes of all living organisms have unequal size and numbers. DNA would orderly entwine into many folds until becoming DNA tube with small size that contain Nucleus inside, so called, Chromosome.

Therefore, DNA has become the code of living organisms. By knowing sequence of DNA of living organism, one could reveal the secret of all living organisms. At present, scientists from many countries, including Thailand have combined the effort in trying to find the sequence of all living organisms, including

human to understand the roles of Gene and Proteins as well as new discoveries that should lead to better understanding of the working mechanism of cells.

2.3 Genetic Engineering

Genetic Engineering is defined as the process to change heredity with slicing gene and modification of gene to derive a new organism with the desired quality as the process to select species directly lead to desired gene instead of choosing mix breed with required traits that had been practicing for long time. New gene that has been searching for may derive from plants, animals or germs which would be put into the chromosome inside plants or animals' cell.

The method of transmitting gene into the chromosome of new cell is being done in many ways based on agrobacterium as the carrier. Gene would be transmitted through gene gun that shoot gene at gold surface to enter plants' chromosome. New gene after penetration into the plant's cell would mix between plant's chromosomes until becoming part of plant's chromosome itself. Plants that passed this process are being called GMO plants.

Cloning is considered another important Biotechnology which involved with production of cells or living organisms that possess similar heredity in large numbers without common reproduction process where male's semen would mix with female's egg to produce new cells but rather employ body cells to create new life form. Through this method, new generation with desired traits as similar to the origin has been created and occasionally used with slicing gene. Naturally, living organisms are being produced with similar heredity traits, for example, twins from the same egg. However, at microorganism level, the division of two or more is considered natural cloning. Cloning may be done for both plants and animals, such as, culture tissues and Sheep cloning "Dolly" of Dr. Ian Wilmut.

Genetic Engineering has many benefits, such as, producing hormones, safe vaccine, DNA parts to test heredity, modify germ for highly effective species or

producing vitamins, antibiotics, amino acid in high volume to eradicate insects, modifying plants and animals, gene mapping, gene treatment to correct heredity flaws.

2.4 Benefit of Biotechnology

Currently, Biotechnology has been applied in many areas.

1. Agricultural Biotechnology is the development and improvement of plants through culture tissues and plant's cell. As example, slicing gene to culture tissues for expanding orchids and bamboo as well as developing plant's species to resist plant's enemies and diseases, drought, saline soils and acidity, developing fruits, such as, tomatoes to ripe slowly so that they would not be spoiled during the transportation.

2. Foods Industry for Biotechnology is increasing value in food products, for instances, cholesterols reduction in egg yolks, increasing meat of cows and pigs, improving oil quality in Canola plants, producing Proteins from the mold. In Sweden, Genetic Engineering was used to create bacteria that could produce Hormone to control growth as well as application of Bovinto Somatotropin (BST) with the cows to produce more milk while pigs that received BST would be healthy and gain more meat with less fat.

3. Environmental Biotechnology is the reduction of chemical usage which has created great impact toward environment, such as, producing organic fertilizers, application of germs in garbage disposal or waste water treatment. This has increased Biological diversity from being selected to display species of living organism. The production of waterless Ethanol alcohol to mix with Benzene Gasoline had produced Gasohol to replace Gasoline.

4. Biotechnology is being used in medical to promote good health, such as, producing vaccine and monoclonal antibody for diagnosis and treatment, application

of DNA to test heredity, producing Biological materials to replace or repair damages tissues or being part of artificial organs.

2.5 Outcomes of Biotechnology

Application of Biotechnology, especially modifying species for germs to produce certain elements or producing plants that able to resist insects and diseases and insecticide or improving plants species for more products with better quality. These living organisms derived from this process are being called Genetically Modified Organism or GMO which have been grown worldwide with increasing tendency. GMO plants are corns, soybeans, cottons, papayas, potatoes which have been grown widely in the United States of America, China, Australia, South Africa and Canada.

Thailand is Agricultural country that depended on Industrial Agriculture as the basis for developing the nation's economy and social. Therefore, Biotechnology should be made to understand clearly because most technology brought not only potential in developing more and better quality of plants and animals species with low cost production but also the subsequent danger.

Application of Biotechnology needs risk evaluation by considering from GMO plants, whether or not it has damaged environment in case where it is spreading to plants or germs or destroying Bio-diversity. At this moment, there have not been any evidences to prove that GMO plants would not effect environment. The exporters of GMO products must provide information to the country of import in fine details, especially safety in biotechnology and should label with GMO to help consumers making own choices.

2.6 Learning Subject Technology in the 3rd Level of Basic Education Students

From learning subject and learning standard of Sciences regarding Biotechnology in the 3rd Level of Basic Education Students, the learning standard has been stated as follows.

2.6.1 Gene and Chromosome

Gene is the heredity unit of chromosome within the nucleus of cells that controls the transfer of heredity characteristics from the parents to the children. Major component of Gene is Nucleic acid or DNA which consists of 2 entwined lines of Nucleotide by having chemical “Base” to hold both lines together. There are 4 specific bases to bond Nucleotide which line up to be heredity information and vary depended on type of living organism. If one could tell the sequence of DNA, one would be able to tell the secret of every living organism.

2.6.2 Biotechnology

Biotechnology is the scientific technique for modifying living organism or part of living organism to benefit mankind, whether breeding or studying roles and functions of gene in living organisms, enable to control all characteristics that display heredity and continue improving until getting the desired species of living organism with different technique and methods.

1. Genetic Engineering is bringing Gene or DNA from various living organism, joining together in order to derive at desirable heredity. Living organism that had passed Genetic Engineering Process is being called Genetic Modified Organism that had happened both in plants and animals.

2. Cloning is defined as copying or increasing numbers of living organism. The increased living organism would have exact DNA as the former one. It could be done both in plants and animals, such as culture tissues. It is reproduction without sexual intimacy.

3. Benefits of Biotechnology

3.1. Medical: There has been the application of genetic engineering in Gene treatment, disease diagnosis by checking carrier from Gene, checking print from Gene of living organism in verifying parents and offspring or finding the culprit.

3.2. Industrial: It helps to increase quality of cows as well using Gene in manufacturing medicine, vaccines or growth hormones.

3.3. Agriculture: Applying the artificial fertilization for better species, maximum yield, and drought resistance.

3.4. Foods: It has increased quantity of meat or plants for consumption.

3. Documents Relevant to Environmental Education

Environmental problems caused by human behavior or action. Solving environmental problems involved many aspects. However, the main thing is to provide knowledge on Environmental Education because education helps the learner to change attitude, admiration and attitude without being tied to certain object in the past (UNESCO, 1991:20)

3.1 Definitions of Environment Education

The study's findings suggested many environmental experts had given definitions of Environmental Education as follows:

Schneider (1975:10) had stated that Environment Education is the process to provide basic learning regarding human, nature and natural resources as the new method to develop individual responsibility.

Greenal (1981:4) had defined environment education as the process to build admiration and develop skills, including attitude essential for human relationship and Biological environment to train for decisions-making and building habits to conserve environment.

Kasem Chunkaew and Prapat Koisomboon (1982: 7) had given the meaning of Environmental Education as the process to give knowledge systemically and sampling for developing skills, attitudes and experiences to create concepts for solving problems necessary for relationship between human, culture and environment to retain the quality.

Environmental Education (Laddawan Kunsuwan, 1990:4) had been defined as the process to perceive value and create the transparency in the main concept to develop necessary skills toward the understanding and appreciated the relationship between man and culture and environment. Furthermore, Environment Education is another way to practice making decisions to build standard measurement for behavior regarding conflict in environment quality.

Environmental Education (Vinai Veerawattananon, 1995:126) had been defined as regulations, methods or process to disseminate knowledge regarding environment among the people in order to achieve the highest goal in the quality development to benefit mankind.

To conclude, Environmental Education is the process to transmit environmental knowledge among people by different method for them to gain knowledge, understanding and awareness, including the practice for decisions-making in environment for appropriate co-existing, including planning to solve problems that might occur.

3.2 Objectives of Environmental Education

According to the Conference at Belgrade, the objective of Environmental Education (UNESCO, 1962:2) was stated as, “To make individual aware of environment, including occurring problems as well as giving knowledge, attitudes, skills and readiness to work, both individual and public to find the solution for current problems and prevent further problems.

Furthermore, more objectives in Environmental Education had been set up for each individual and society as follows:

Awareness in order to create recognition and sensitivity among all environmental issues, including relevant problems.

1. Knowledge to in order to provide groups and individual with knowledge and experiences and for understanding in environment and related problems.

2. Attitudes for admiration and supporting feeling toward environment and ready to participate in protection and improvement of environment.

2.1 Skill to create skills for problems-solving.

2.2 Evaluation ability as to evaluate environmental measures, including the study of project related to ecological factors, politics, economy, social, beautiful scenery and education.

2.3. Participation as to develop responsibility toward the appropriate method for solving environmental problems

3.3 Principles of Environmental Education

Vinai Verawattananon (2006: 80-82) had identified and combined principles of Environmental Education as follows:

1. Environmental education is defined as life necessity for living. Therefore, learning Environmental Education should be learning for life existence.

2. Environmental education is being lifetime learning Therefore, getting knowledge in Environmental Education must involve lifetime learning to relate with environment conditions effecting human for the rest of his life.

3. Environmental education is learning to co-exist between mankind, starting from individual, families, communities, countries and the World.

4. Environmental education is learning the current and future events because in order to know environment well, one must monitor the event that may impact the future.

5. Environmental education is the way to build ethic. Environmental Education is aiming to create ethics, conscious, knowledge and responsibility toward own actions which may affect the general public.

6. Environmental education is learning the system because all objects in environment co-exist systematically. They link with each other, thus making the ideas connecting systematically with each other.

7. Environmental education is integrated learning contents from other subjects' foundation, such as, Sciences, Socioeconomic, Cultures and Admiration together by having Ecology as the base knowledge.

8. Environmental education is teaching that required learner to participate in lessons in order to apply knowledge with real life that may affect choosing own lifestyles.

9. Environmental education is the way to raise more awareness, attitudes and admiration toward environment than emphasizing on memories.

10. Environmental education is the process to solve problems by aiming at learning to apply solution to existing environmental problems.

For Environmental Education to achieve its objectives and set principles, learning activities are crucial and must be arranged to provide awareness and understanding among youth. Therefore, Environment Education must be included with every subject for the children to aware of existing environmental problems since childhood. If they had been taught to understand the necessity of preserve good environment, they would cooperate and avoid behavior that may harm environment.

3.4 Environmental Education Media

One of the significance values of Environmental Education in accordance with Curriculum involved with Educational Media to give students more knowledge and understanding in environment until they have been able to apply properly with their daily lives based on direct experiences to make them see the real problems. It is rather difficult practice which eventually needed assistance of teaching media and technology to promote permanent changes in behavior of the learners (Chom Pumipak, 1981: 15).

Current teaching has been involved with widely use of teaching media since it is becoming more and more tools to promote learning and attracting the learner's attention as well as creating quick learning and remaining in memory for long time. Beside, it has helps teacher to explain complicated matters to be easily understandable because it could reach the learner perception in many ways which is considered the most direct experience (Nipon Sookpreedee, 1978:3) instead of listening to lecture only.

Ministry of Education had foreseen the significance value of teaching media in Education as being seen in the pilot study of Environmental Education (1991-1996) where the strategy and tactics in Environmental Education had been identified and required the production of media to raise environmental awareness among personnel in every level (Department of Curriculum and Instruction Development UNESCO, 2021:25)

3.4.1 Media Value

Using teaching media should benefit both instructor and learner, as being stated by Kidanun Maleethong (1988: 81-82) as follows:

1. Media and Instructors

1.1. Using other teaching media should make learning atmosphere more interesting as well as making the instructor enjoy teaching more than conventional methods which was done in the past with only narration. It is also the way to create confidence.

1.2. Teaching media should lift some burden of the instructors in preparation for teaching because the learner could self-study from teaching media.

1.3. Teaching media could motivate students to keep up with new materials and technique which has made learning more fun and interesting.

2. Media and Learners

2.1 Environmental education has helped learning effectively because the learner would be able to understand complicated contents in short period of time and able to create concept in that subject accurately and quickly.

2.2. Environmental education has helped to motivate interest among learners which would make learning fun and interesting.

2.3. Environmental education has helped learners with the same understanding, leading to same experiences in that subject.

2.4. Environmental education has encouraged the students to participate more in activities which would result in strong relationship among the learners and between learners and instructors.

2.5. Environmental education has built good characters from learning and helps learners to create ideas from applying those media.

2.6. Environmental education helps to solve differences between individual by applying them with individual teach.

Carlton W.H. Erickson (cited) had summarized important roles and functions of teaching media to provide assistance for teachers and students as follows:

1. To provide and promote learning experiences among students.
2. To teach contents valuable to student's life.
3. To advice and direct student toward desirable behavior through different media.
4. To aid students in conducting various learning activities according to the subject's contents.
5. To facilitate teaching with more accuracy.

To conclude, application of teaching media to develop knowledge and understanding in environment, including Biotechnology as part of Environmental Education should be another way to motivate students to aware of environmental issues and existing problems. By nature, learning would happen easily if it has meaning to the learner and the learner interested in that subject so that they could remember well. For these reasons, the development of supplementary book on "Biotechnology and Life" should be educational media that would help the 3rd Level of Basic Education Students to know, understand and aware of Biotechnology and environmental problems in order to apply knowledge with real life events for maximum benefits.

3.5 Environmental Education in School

Ministry of Education is responsible for setting up direction and policies toward Environment Education as well as providing education to the general public. Therefore, Ministry of Education had developed the plan for setting up Environmental Education as follows: UNESCO (2021:22-24)

1. Arranging environment for youth and people to gain knowledge, concepts, consciousness, responsibilities and appropriate practice in environment.

2. Arranging education for youth and people to learn the significance surrounding of the countries and the world.

3. Encouraging the research, exploration, building and developing Environmental Education personnel to cooperate in environmental operation both domestic and overseas.

4. Planning for Environmental Education for Primary Education level

5 Planning for Environmental Education clearly and permanent for both short term and long term as well as cooperating with other public and private divisions and continue monitoring results to disseminate work of the Ministry.

From the analysis of Basic Curriculum, 2001, findings revealed that there have been Environmental Education included in the subjects and learning standard , especially Sciences, Social Studies, Religious and Culture, Health and Physical Education. The process of management, conservation, environmental development, conceptual thinking and Sciences (Basic Curriculum, 2001:21) must be included in all subjects. At the same time, learning in every span has emphasized more on Environmental Education by including it with all subjects and every span. The designs and methods depended on each Institution but needed to emphasize more on reality, self-learning, co-learning and natural-learning for the learner to create own concept, understanding and able to apply with daily life.

4. Psychology of Learning

Benjamin S. Bloom., 1956:201-207 had classified Cognitive Domain into 6 steps form the lowest to the highest as follows:

1. Knowledge is included recognition of specific and general objects, procedures, processes or planning, structures, theories and conclusions. Memory that starts from easy to difficult begins from independent to complicate and relate with each other.

2. Comprehension is the intellectual capability

3. Application is the expansion of tangible and intangible

4. Analysis is consideration for separating objects or contents into small fragments with relationship: Components analysis, relationship analysis and procedures analysis.

5. Synthesis is the ability to combine fragments of certain objects or large components into 3 new objects: Statement synthesis, Planning synthesis and Relationship synthesis.

6. Evaluation is the decision toward value of certain objects and setting measures.

4.1 Knowledge

Knowledge is the intellectual application and employing skills and brain power in learning and thinking which are considered the core of learning. Knowledge can be divided into 5 types (Robert M. Grane': 1977).

1. Classification
2. Imaginary Tangible: Ability to classify objects
3. Imaginary Admiration: Ability to define objects or events or relationships.
4. Rules: Ability to practice according to rules.
5. Problems-solving with other rules that had been studied before.

4.2 Knowledge Measurement

Chaval Paerattakul (2029:201) had stated that knowledge measurement involved in measuring ability through recollection of memories regarding experiences or seen events. The most popular method has been the questionnaires.

Boonthum Kitpreedaborisut (1994) had stated that the test which was used for knowledge measurement in academic subjects could be specific test or part of tools to collect data.

1. Measurement (Boonthum Kitpreedaborisut , 1999: 73-75)

1.1 Achievement Test: Measurement of knowledge and understanding from learning.

1.2 Aptitude Test: Measurement of human's brain capability regarding knowledge, ability and specific skills.

1.3 Personal-Social Test: Measurement of personality and individual adaptation to society.

2. Questionnaires

2.1 Essay Test: Setting up questions for the respondents

2.2 Short Answer and Multiple Choice Test: This method, questions had been given together with short answers or alternatives to choose from the following:

- Short Answer Item
- True-False Item
- Matching Item
- Multiple Choice Items

2.3 Measuring Criteria

1. Criterion-Referenced Test is the measurement according to objectives of learning or outside criteria which stressed on the academic contents.

2. Norm-Referenced Test is the test comparison between groups that had tested together.

In this research, Achievement Test with Multiple Choice Item and Criterion-Referenced Test were selected for developing and testing the supplementary book.

5. Basic Curriculum, 2001

Basic Curriculum, 2001 was under the responsibility of Department of Curriculum and Instruction Development, Ministry of Education with purpose and curriculum content as follows:

5.1 Principles

1. Education for the Nation's unity with the emphasis on being Thais together with globalization.

2. Education for the General Public which stated that all citizens should receive equal education by having society to participate in provision.

3. Encouraging the learner to develop and extend life long self-learning based on the belief that learner is the most valuable object that should be allowed to develop naturally at full potential.

4. It is the curriculum with flexible structure in subjects, times and learning arrangement.

5. It is the curriculum for all type of study to cover every targeted group, enabled to transfer learning results and experiences.

5.2 Objectives

Objectives of Basic Curriculum has aimed to develop the Thais for being the perfect human, good citizen with intelligence, happiness, being Thais, having potential to further education and make living. Learning standard had been set up as the guidelines for the learners as follows:

1. Perceived self-value, self-discipline, behave according to the principles of Buddhism or own religious, having morals and ethics and desirable admiration.

2. Having creative thinking, eager to know and learn, love reading and exploring.

3. Having international knowledge, keeping with the current changes and academic progress, having skills and potential in management, communication and technical application, being flexible and enabled to adapt new ideas and working methods to suit the current situation.

4. Having skills and process, especially in Mathematics, Sciences, thinking skills, building intelligence and skills in daily living.

5. Love exercise and care for own health and having good personality.

6. Effectiveness in production and consumption, preferably being manufacturer than consumer.

7. Understanding Thai Nation's History, proud to be Thais and good citizen, hold on to lifestyle and Democratic system with His Majesty the King as the Center of the Nation.

8. Having conscious in preserving Thai Language, Arts, Cultures, Traditions, Sports, Local Thai Wisdom, natural resources and environmental development

9. Love the country and local, doing things to benefit society.

5.3 Structure

The structure of Basic Curriculum had been set up in accordance to principles, objectives and learning standard and existing guidelines.

1. Classroom Span

Curriculum has been designed into 4 spans according to development ability of the learner.

1st span: Lower Primary Education 1st to 3rd grade

2nd span: Upper Primary Education 4th to 6th grade

3rd span: Lower Secondary Education 1st to 3rd grade

4th span: Upper Secondary Education 4th to 6th grade

2. Learning Subjects

Learning subjects which are based on knowledge, skills or learning process and characteristics or admirations, morals and ethics of the learner consist of 8 groups as follows:

2.1. Thai Language

2.2. Mathematics

- 2.3.Sciences
- 2.4.Social Studies, Religious and Cultures
- 2.5.Health and Physical Education
- 2.6.Arts
- 2.7.Occupations and Technology
- 2.8.Foreign Languages

All 8 learning subjects are standard requirements for all learners. They have been arranged into 2 major groups. First group consists of Thai Language, Mathematics, Sciences and Social Studies, Religious and Cultures which are designed as learning subjects for the Educational Institution to arrange curriculum in order to develop conceptual based as well as being the strategy to solve problems and the Nation's crisis. Second group consists of Health and Physical Education, Arts, Occupations and Technology and Foreign Languages are designed as subjects to reinforce basic humanity and develop thinking potential and creative working.

Environmental Education as part of Basic Curriculum which has been included in subjects and learning of different groups, especially in Sciences, Social Studies, Religious and Cultures, Health and Physical Education.

5.4 Arranging Curriculum

Basic Curriculum is the learning requirement from Lower Primary Education to Upper Primary Education (1st Grade to 6th grade). It is require for all learners and targeted groups to adapt with all type of education, internal and external system as desired.

Educational Institutions must arrange all 8 subjects in every class to suit learning and developing learners' level by requiring the Curriculum for Lower Secondary School to arrange in the following way.

For the 3rd Level of Basic Education Students, it is required at least 5-6 hours with nearly the same amount of time. However, Thai Language, Mathematics and Sciences which are important subjects must have more time than other groups, especially for learners who would like to further education, be in vocational learning or occupation learning.

5.5 Learning Subjects and Learning Standard

Basic Curriculum has arranged subject and learning standard for the 3rd Level of Basic Education Students regarding Environmental Education and Biotechnology by including them into the following groups.

Sciences

First subject: Living Organisms and Life Process

Standard S 1.2: Understanding the process and necessity of transmitting heredity and evolution of living organisms, Biology diversities, effects of Biotechnology toward human and environment with the process to explore for knowledge and Psycho Sciences, including communicate learning and applying knowledge.

Second subject: Living Organisms and Environment

Standard Sc. 2.1: Understanding local environment with the relationship between environment and living organisms, relationship among other living organisms in ecosystem with the process to explore for knowledge and Psycho Sciences, including communicate learning and applying knowledge.

Standard Sc. 2.2: Understanding the value of natural resources and the utilization at local, nation and the World levels to be able to apply knowledge in natural resources and environment for sustainable management.

In order to arrange good teaching in Sciences, learners must be encouraged to learn at any time, places and locations with extended life-time learning from various

learning sources. Sources for learning Sciences are not limited to only in the classroom, School Science Lab or text books but also included various sources both inside and outside school as follows:

- Publishing Media, such as Texts, references, supporting books, newspaper and journals.
- Electronic Media, such as, Multimedia, CAI, VCD and Sciences Television shows, CD-ROM, Internet.
- School sources, such as, Sciences Activities Room, Botany Garden, Geological classroom Garden and Library.
- Local learning source, such as, National Park, Botany Garden, Zoo, Sciences Museum, Industrial Factory, Local Research Division.
- Individual Learning Institution, such as, Local scholar, Local leader, Teachers, Instructors, Scientist and Researcher.

Therefore, in teaching Sciences, the students must be given the main text book to accompany learning and activities and teachers should consider using various references, including from sources to match with subjects and learning standard by concerning with maximum benefit for the learners to develop knowledge, concepts, skills, process, attitudes, morals, concepts and admiration form that source only which in turn would promote maximum development among learners up to their full potential (Department of Curriculum and Instruction Development, 2001:249).

Social Studies, Religious and Culture

Third subject: Economic

Standard So. 3.1: Understanding and able to administer resources with production and consumption as well as utilizing available resources economically in the most effective way and being self-sufficient economy for daily life.

Fifth subject: Geographical

Standard So 5.2: Understanding the relationship between human and his physical surrounding to create cultures and consciousness, natural and environmental preservation for sustainable development.

Findings from Basic Curriculum, 2001 revealed that learning arrangement in each classroom span has involved more with Environmental Education by including them into different subjects and each classroom span. Designs and arrangement depended on each Educational Institution. Most important thing is emphasizing on reality, self-study, joint-learning and natural learning for the learner to create concepts and understanding that could be applied with daily life.

6. Relevant Researches

Domestic Researches

Rattana Nuankaew (1990: 69) had developed and tested the supplementary book, "Before It is too late" for the Upper Primary Students of 6th grade by selecting the Experimental and Control groups of 30 each. Research results had indicated higher Post-test Learning Achievement scores of the Control group after reading the supplementary book with statistical significance value at 0.05.

Salinee Rungkupun (1992:127-128) had developed and tested the supplementary book, "We love Environment" for the Upper Primary Students of 5th grade by selecting the Sample group of 30 students. Research results had indicated higher Post-test Learning Achievement scores of the Control group after reading the supplementary book with statistical significance value at 0.05.

Sivaporn Maleela(1992: 149) had studied the Achievement from the supplementary book, "Conservation of Animals Resources" for the Upper Primary Students of 6th grade by selecting the sample groups of 35 students . Research results had indicated increasing knowledge among students who read the supplementary book than the Control group with statistical significance value at 0.01.

Nattaporn Kraithep (1995: 79) had studied the supplementary book on, "Developing and testing the supplementary book, Mangrove Forest Conservation" for the Primary Students of 6th grade by selecting the group of 60 students. Research

results had indicated higher knowledge among students who read the supplementary book than the Control group with statistical significance value at 0.05.

Sornchai Moolkum (1995: abstract) had studied and tested the supplementary book, “Glass House Effects” in Biophysical Sciences for the Upper Secondary Students. He had applied the test with 2 sample groups, Experimental and Control groups of 45 students for each group. Research results had indicated higher knowledge among students who read the supplementary book than the Control group, non-readers as well as having satisfaction level at good and excellent level. The scholars had also evaluated the supplementary book with good to excellent.

Sajeeporn Somboonsup (1999: abstract) had developed the supplementary book, “Forest: The Life’s classroom” for Higher Vocational School Students by applying with the Experimental and Control groups of 30 students each. Research results had indicated higher Post-test Learning Achievement scores among the Experimental group than the Control group with statistical significance value at 0.05. The supplementary book received evaluation from scholars at excellent level and students’ satisfaction’s evaluation at excellent level also.

Orathai Silpakop (2000:87) had studied the Achievement from the supplementary cartoon book title, “River and Survival” prepared for the Lower Primary Students of 6th grade from 60 selected students. Research results had indicated higher knowledge after reading the supplementary book with statistical significance value at 0.01.

Overseas Researches

Campbell (1979) had asked the students of Higher Education to choose reading materials or easiest book. Students had chosen the book, “ Philosophy of teaching” written by LeFrancois with components that identify by students as easy to read without emphasizing on priority, such as, overall interesting characteristics, good design, good alphabets layout with cartoon caricatures throughout the book as well as

having charts closely associated with contents. Furthermore, there had been many variables mentioned by the students, such as, humor and linking concept mostly tangible with the familiar events.

Anuar (1979) had searched for story most likely preferred by students in Singapore. He found that children book should be able to tell behavior of character, including the name of locations and create imaginations, ideas to fill the curiosity of the children. Therefore, he suggested that the developed book should promote children's imagination so that they could understand life better when they have grown up.

Verhoek (1990:3505-A) had studied the utilization of tools, pictures and imagination to support the reading in French. Both Experimental and Control groups received 20 vocabularies for 3 weeks by the Control group was allowed to use dictionary in two languages while the Experimental group was given 20 types of tools, 20 pictures and 20 imaginations. Research results had indicated that the Experimental group had higher scores than the Control group, having statistical significance value.

To conclude from both domestic and overseas researches above-mentioned, the application of supplementary book, especially the one with illustrated pictures should tremendously increase student's Learning Achievement.

CHAPTER III

RESEARCH METHODOLOGY

This research was conducted as experimental research to develop the supplementary book “Biotechnology and Life” for the third Level of Basic Education Students through the Pre-test and Post-test control group design with the following operational steps.

1. Developing and improving Supplementary Book
2. Testing the Supplementary Book

1. Developing and improving Supplementary Book

1.1 Developing Supplementary Book

1.1.1 Studying the subject of Sciences, Basic Curriculum, standard learning for Basic Curriculum of Sciences, arranging subject of learning, core of Basic Education of Sciences, expected learning results, concepts, learning objectives, planning for learning, measures for learning results of Sciences, first subjects: Living Creatures and Life Process, learning subjects for the 3rd Level of Basic Education Students.

1.1.2 Studying academic documents on the subject, “Meaning of Biotechnology, Biotechnology significance, plants Biotechnology, animals Biotechnology, results from application of Biotechnology in Agriculture, foods, medical, environment and industrial Biotechnology with daily life.

1.1.3 Studying methods and guidelines for developing the supplementary book for contents with proper knowledge, modern and suitable for ages, including insertion of actual plot to attract children’s attention the most through pictures, colors and alphabets by studying from texts and other documents and relevant documents, especially recommendations from the Thesis Advisor and Scholars.

1.1.4 Studying documents related to developing cartoon media for children, emphasizing on the format, illustrated pictures, coloring and picture in developing cartoon media.

1.1.5 The supplementary book on “Biotechnology and Life” was developed similar to cartoon, with screen, character and illustrated color pictures imitated nature for the supplementary book to support learning of Sciences, first subjects: Living Creatures and Life Process, learning subjects for the third Level of Basic Education Students.

1.1.6 Identifying concepts, scope and learning objectives to coincide with the Basic Curriculum of 2001 of basic Science on Living Creatures and Life Process, unit, heredity and Living Creatures diversity for the third Level of Basic Education Students.

1.1.7 Identifying plot and concept to develop story, screen, adding more knowledge in accordance to the set purposes by presenting into 6 parts.

Table 1: Identifying Plot of the Supplementary Book on “Biotechnology and Life”

| Plot | Conceptual Content |
|--|--|
| Chapter 1: Getting to know Biotechnology | Referring to general definitions of Biotechnology, heredity, DNA, Gene and Chromosome. |
| Chapter 2: Plants and Biotechnology | Having the process for application of Biotechnology with plants, such as, slicing Gene, GMO and tissues cultures. |
| Chapter 3: Animals and Biotechnology | Having contents regarding the application of Biotechnology to increase plant productions, cloning, fetus implant and Bioengineering. |
| Chapter 4: Application of Biotechnology in various areas | Having contents regarding the application of Biotechnology to benefit environment, medical, medicine, industry, foods and agriculture. |
| Chapter 5: Thailand and Biotechnology | Having contents regarding the usage and application of Biotechnology in Thailand. |
| Chapter 6: Conclusion, advantages and disadvantages of Biotechnology | Having contents to summarize benefit of Biotechnology, advantages and disadvantages of Biotechnology. |

1.1.8 Identifying the design of supplementary book by dividing into the following aspects:

1. Layout: It was done in vertical format with 15 centimeters wide and 21 centimeters long for 20 pages to match with contents and children's ages. It contained four colors pictures and actual pictures to coincide with contents.

2. Picture layout: A page was divided into cartoon frame with description to match with content planned for interpretation by arranging components to balance with cartoon frame and description in one page.

1.1.9 Making the draft to be taken to the scholars in developing and improving media in language and Biotechnology as well as giving to Thesis advisors. After both Thesis advisors and scholars agreed to the modified draft for the basis of developing the supplementary book with good cartoon appropriated for further developing the supplementary book.

1.2 Developing tools to measure effectiveness of the supplementary book

1.2.1 Developing Learning Achievement Test

-Studying curriculum contents, contents, learning standard and objectives and contents related to Biotechnology from the developed supplementary book.

-Studying details in the method to develop Learning Achievement Test from documents and related researches

-Developing Learning Achievement Test with 4 Multiple Choices (Boonthum Kitpreedaborisut, 1994:92-97) for 30 questions. Scoring criterions based on 1 for correct answer and 0 for incorrect answer.

-Developing table to analyze contents based on the Theory of Benjamin Bloom (1956) regarding knowledge, memory, understanding, application, analysis, synthesis and evaluation (for the purpose of this research, knowledge, memory, understanding, application and analyze were used).

-Taking Learning Achievement Test to consult with the Advisors, they were asked to verify contents validity, appropriateness of questions and accuracy before further improvement.

Table 2: Content Analysis for “Biotechnology and Life”

| Measuring Behavior/Content | Knowledge | Understanding | Application | Analysis | Synthesis | Evaluation | Total | Priority |
|---|-----------|---------------|-------------|----------|-----------|------------|-------|----------|
| General Knowledge on Biotechnology | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 1 |
| Plant Biotechnology | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 6 | 2 |
| Animals Biotechnology | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 6 | 3 |
| Application of Biotechnology in other areas | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 6 | 4 |
| Advantage and Disadvantage of Biotechnology Application | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 5 |
| Application of Biotechnology in Thailand | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 6 |
| Total | 10 | 11 | 3 | 6 | 0 | 0 | 30 | |
| Priority | 2 | 1 | 4 | 3 | 0 | 0 | | |

-Taking the Learning Achievement Test to apply with the non-sample students for Item Analysis to correct the flaws and find standard for further implementation based on the following criteria.

1. Difficulty Power represented by P

Formula (cited Boonthum Kitpreedacorisut, 1990:264)

$$P = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

- Given P = Level of Difficulty
 P_H = Numbers of respondents in high group
 P_L = Numbers of respondents in low group
 n = Total respondents in both high and low group

2. Discrimination Power represented by r

Formula (cited Boonthum Kitpreedaborisut, 1990:264)

$$r = \frac{P_H - P_L}{n}$$

- Given r = Discrimination of Power
 P_H = Numbers of respondents in high group
 P_L = Numbers of respondents in low group
 n = Total respondents in both high and low group

Selecting questions with Discrimination of Power from 0.2 up while the ones with value less than 0.2 were subjected to improvement.

3 Reliability of Consistency through the formula of Kuder Richardson 20 as follows (cited Boonthum Kitpreedaborisut, 1988:177).

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\bar{x} (n - \bar{x})}{n s_t^2} \right]$$

- Given r_{tt} = Reliability of testing
 n = Number of total questions
 \bar{x} = Averaging total score
 s_t² = Variation of total score

Questions with Reliability of Consistency from 0.5 were considered effective and suitable for actual implementation.

1.2.2. Developing Satisfaction Evaluation

-Studying details regarding the design for developing Satisfaction Evaluation from documents and related researches.

- Developing Satisfaction Evaluation for scholars and students by evaluating format, pictures layout, language use and alphabets and opinion regarding the supplementary book based on these criteria, excellent, good, fair and needed improvement or scores comparison 4,3,2,1 by dividing into 3 parts.

First part: Personal Data

Second part: Satisfactory from reading the supplementary book by evaluating the format, picture layout, contents and illustrated picture.

Third part: Opinion regarding the supplementary book

- Taking the developed evaluation to the Thesis Advisors for advice to modify and implement.

1.3 Developing supplementary book

In order for the developed supplementary book to be truly effective, it was initially tested 3 times before the actual application with the 3rd Level of Basic Education Students, non-sample of Chaichimpleewittayakom School by having the experimental steps as follows:

First experiment: Individual Try Out with average students by asking them to read the supplementary books for 30 minutes. After finished reading, the researcher would converse with the students for interpretation and satisfaction evaluation before further improvement.

Second experiment: Small Group Try Out with 9 students after the first modification by separating them into group of excellent students, average and weak students, for 3 students per each group to read the supplementary book for 30 minutes. After that the researcher would converse with the students to find flaws and Satisfaction Evaluation before further improvement.

Third experiment: Asking 30 students to read the supplementary book for 30 minutes before doing the Learning Achievement Test and Satisfaction Evaluation for 30 minutes. Results from the third experiment would be applied for the actual implementation.

After modify according to those steps, the manuscripts would be taken to the scholars for final verification to insure the completion of the developed supplementary book before publishing into the complete version of the supplementary book for actual implementation.

2. Testing the Supplementary Book

2.1. Sample participants

Experimental Group Experimental group was selected by Purposive sampling among the third Level of Basic Education Students of Chaichimpleewittayakom School, Khet Paseechroen , Bangkok Metropolitan from two classrooms, 30 students each. Students were divided into two groups, the first room designated as Experimental Group and the second room for Control Group. Sample Random Sampling was first applied with Lower Secondary School students in 24 classrooms. Out of those numbers, students in 8 classrooms were studied Sciences in Biotechnology because Sciences on the first subject of Life and Living Process regarding Biotechnology was the required learning subject for students in the third level of Basic Education Students.

2.2. Research Tools

1. The supplementary book “Biotechnology and Life”.
2. Learning Achievement Test
3. Satisfaction Evaluation on the supplementary book from 30 students.
4. Quality Evaluation on the supplementary book by scholars

2.3. Operational Steps

Experimental design involved with the Pre-Test/Post-Test control group design with the following steps and designs.

- 1 Pre-test with Experiment and Control Groups at the same time for 30 minutes.
- 2 Waiting for 1 week before taking the supplementary book for only the Control group to read.
- 3 Taking the same test for Post-test with the Experiment and Control group for 30 minutes.
- 4 Applying the satisfaction test with the Experiment Group to evaluate satisfaction toward the supplementary book.
- 5 Taking the quality evaluation on the supplementary book to the scholars for evaluation.

| | | | | |
|---|----|-----|----|--------------------|
| R | O1 | X | O2 | Experimental Group |
| | O3 | (X) | O4 | Control Group |

Given R = Random Sampling

O1 = Measuring Pre-test Learning Achievement of Experimental Group

O2 = Measuring Post-test Learning Achievement of Experimental Group

O3 = Measuring Pre-test Learning Achievement of Control Group

O4 = Measuring Post-test Learning Achievement of Control Group

X = Experimentation

(X) = No Experimentation

Chart 1: Design for the Pre-Test/Post-Test Control Group Design
Kerlinger (cited Boonthum Kitpreedaborisut, 1988:104-105)

| | | | | | |
|-----------------|------------------|----------------|------------------|--|--------------------|
| Random Sampling | Achievement Test | Waiting 1 week | Reading book | Learning Achievement test and supplementary book evaluation response | Experimental Group |
| | | | Non-reading book | Learning Achievement test | Control Group |

Chart 2: Steps for the Pre-test and Post-test Control Group Design

2.4.Data Analysis

Learning Achievement analysis and satisfaction evaluation on supplementary book from students and scholars through statistical value as follows:

1. Comparison of Learning Achievement Pre-test and Post-test of the Experiment and Control Group through the application of t-test (cited Puangrut Taweerut, 1997:162) from the following formula:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left\{ \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right\} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

Given \bar{X}_1 = Average Test Scores of Experimental Group
 \bar{X}_2 = Average Test Scores of Control Group
 S_1^2 = Variation of Test Scores of Experimental Group
 S_2^2 = Variation of Test Scores of Control Group
 n_1 = Numbers of students in Experiment Group
 n_2 = Numbers of students in Control Group

2 Using t-test for paring in Pre-test and Post-test for both Experiment and Control Group with the application of the following formula (cited Puangrut Taweerut, 1997:165).

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}$$

Given t = Critical ratio
 D = The difference between scores of pre-test and post-test
 N = Total number of students

3. Taking the scores from satisfaction evaluation of the supplementary book of 30 students and quality evaluation of the supplementary book by 8 scholars for frequency distribution and analysis for Mode and Percentage.

4. Concluding results and making recommendations from the research and using the supplementary book for further researches.

1st Step: Developing the supplementary book

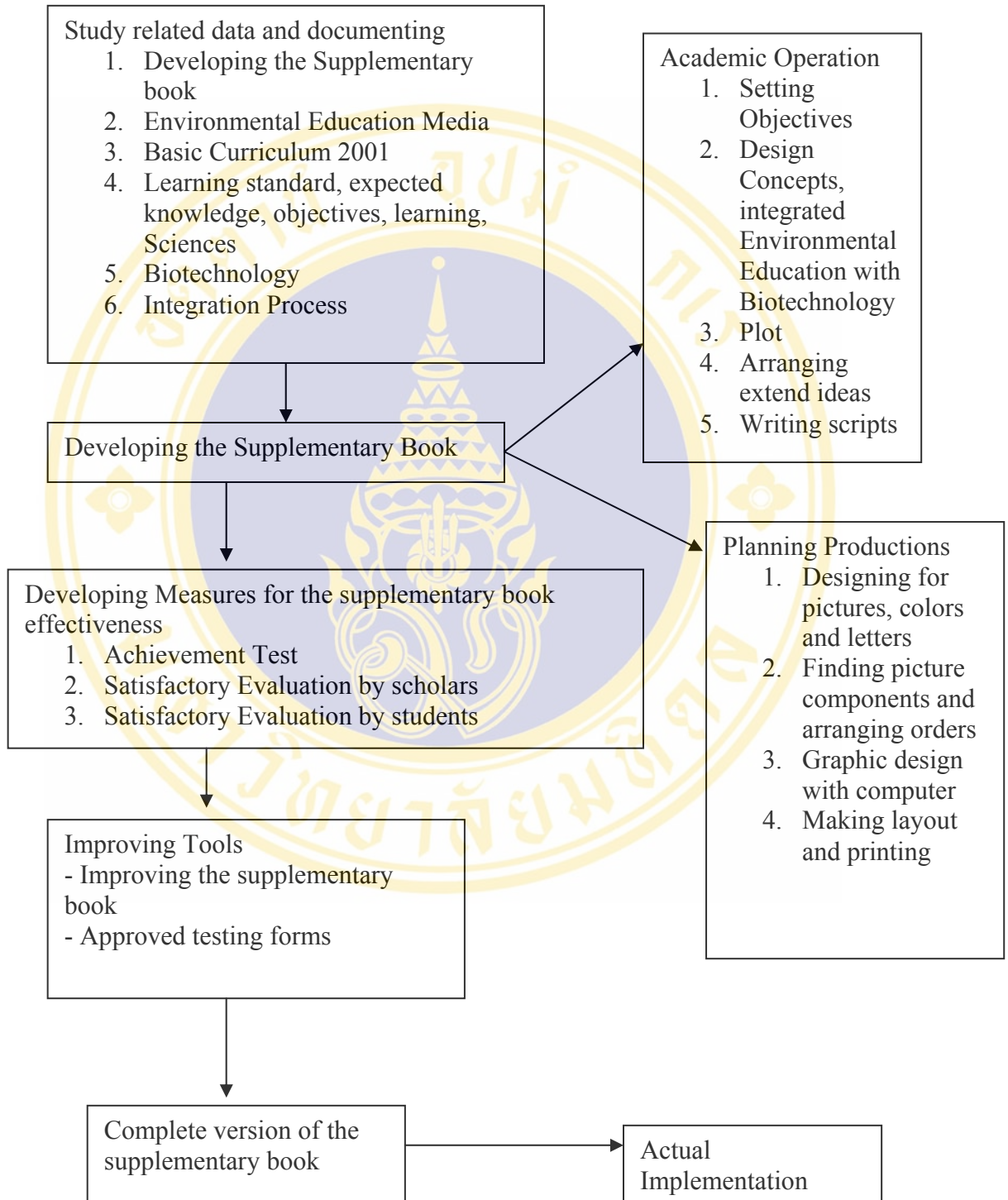


Chart 3: Experimental Steps

Source: Developing from Educational Media Production (Temduang Ratanathusnee)

2nd Step: Implementation of the Supplementary Book

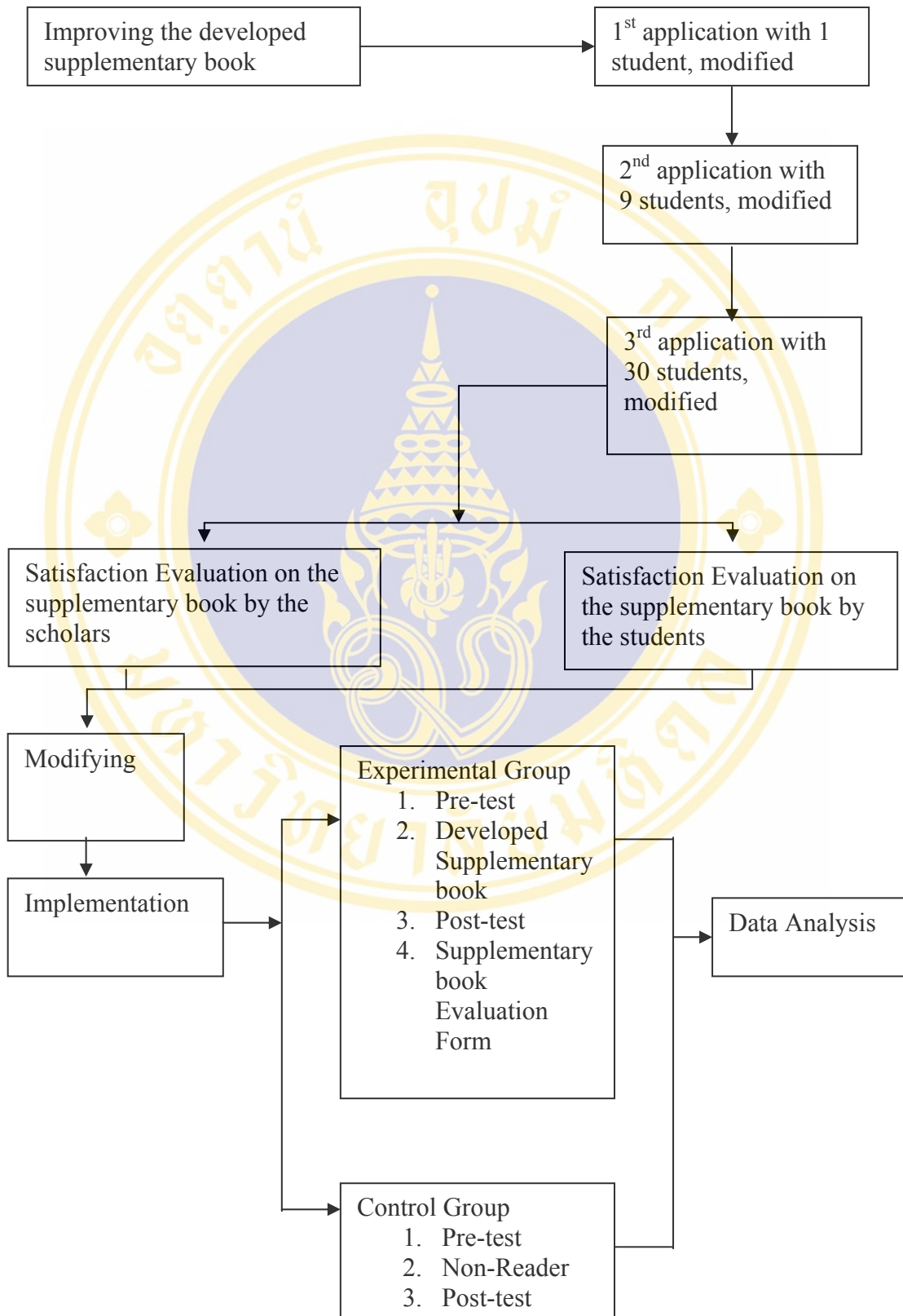


Chart 4: 2nd Step for Experimental research

CHAPTER IV

RESEARCH RESULTS

In this research, the supplementary book titled, “Biotechnology and Life” for the third Level of Basic Education Students was constructed and developed. This book had been tested with 60 students of the third Level of Basic Education at Chaichimpleewittayakom School, Educational Area 3, Bangkok Metropolitan who were already learned basic Sciences. Research result could be concluded in the following 4 parts.

1st part: Development of Supplementary Book

2nd part: Improvement of Supplementary Book and Effective Measurement Tools.

3rd part: Testing final version of Supplementary Book

4th part: Scholars s evaluation of Supplementary Book and the third Level of Basic Education Students

1. Development of Supplementary Book

The researcher had developed the book titled, “Biotechnology and Life” with the following characteristics.

1.1 Format

The book which is made vertically with 14 centimeters wide and 21 centimeters long consists of cover; introduction and contents for total 16 pages.

1.2 Picture Layout

The cover displays the picture of chromosomes, DNA, Plants and Animals cloning or Genetic Engineering. As for background pictures in each page, it contains actual pictures of plants and animals as well as pictures from other books and internet, such as, slicing tissues, culture tissues. Cartoon caricatures and other pictures are being drawn by Computer, adapting to the contents.

1.3 Contents

Contents are coincided with expected results, learning objectives, contents and curriculum learning standard, especially emphasizing in Biotechnology and its definitions, implementation process of Biotechnology, cloning, culture tissues of Genetic Engineering, application of Biotechnology in many areas, advantages and disadvantages of Biotechnology application, guidelines for application of Biotechnology in Thailand and creating the understanding in Biotechnology in the current ways of living with presentation from beginning to the end.

1.4 Language

Language used in the “Biotechnology and Life is in the style of prose comedy with the character as the narrator by connecting stories of how Biotechnology can improve plants and animals species, application of Biotechnology in daily life and other areas as well as the concern in application of Biotechnology and guidelines for solving Biotechnology application. It contains dialogue with interaction quite useful and appropriate with the readers’ ages.

2. Improvement of Supplementary Book and Effective Measurement Tools.

To make the developed supplementary book more effective, before the actual implementation, it was tested twice with the 3rd level of Basic Education Students who passed basic Sciences that involved with Biotechnology.

First time: Asking a student in the third Level of Basic Education Students of Chaichimpleewittayakom School, Educational Area 3 of Bangkok Metropolitan to read the supplementary book (A4). Finding results indicated that overall opinion of the student about the supplementary book is quite good but they recommended making it in smaller size for conveniently carry-on and the explanation should be simpler.

Second time: Asking students in the third Level of Basic Education Students of Chaichimpleevittayakom School, Educational Area 3 of Bangkok Metropolitan to read the supplementary book (A4). These students consisted of 9 excellent students, 3 average students and 3 weak students. Finding results indicated that they were all agreed to easily understandable contents, but they recommended more explanation in Gene, Chromosomes and adding more application technique of Biotechnology, and recommended making it in smaller size for conveniently carry-on.

From both experiments, the researcher had taken the recommendation of students to modify the supplementary book by making illustration pictures and applying Biotechnology with other areas as well as reducing size to be 14 centimeters long, 21 centimeters wide before testing one more time to ensure result.

Then, asking 30 non-sample students in the third Level of Basic Education Students of Chaichimpleevittayakom School, Educational Area 3 of Bangkok Metropolitan to read the modified supplementary book (A4). Finding results indicated that students thought of the supplementary book as having easy to understand content, conveniently carry-on, but the alphabets were still small. The supplementary book was further improve in alphabets before taking to the scholars and Sciences teachers of the 3rd Level of Basic Education for more advices.

Furthermore, in the Try-out, the researcher had asked 30 students to work on the Learning Achievement Test for 40 numbers to find the Difficulty Power, Discrimination Power and Reliability Power of the test. Results were subjected to analysis to derive at Reliability Power at 0.76. Total 30 numbers with Discrimination

Power higher than 0.70, Difficulty Power from 0.20 to 0.80 were chosen for testing Learning Achievement.

3. Testing final version of Supplementary Book

This research had analyzed results from Learning Achievement Test of the Experiment and Control groups through the following steps.

1. Comparison of Learning Achievement Pre-test of the Experiment and Control Groups
2. Comparison of Learning Achievement Pre-test and Post-test of the Experiment and Control Groups
3. Comparison of Learning Achievement Post-test of the Experiment and Control Groups

More details were presented as follows:

3.1. Comparison of Learning Achievement Pre-test and Post-test of Experiment and Control Groups

Prior to reading the supplementary book, the researcher had asked 30 Experimental group students and 30 Control group students to work on the Learning Achievement Test. Results were shown as follows:

Table 3: Controlled and Non-controlled Groups comparison of Averaging Learning Achievement Pre-Test and Post-Test Scores

| Group | n | \bar{X} | S.D | t |
|-------|----|-----------|-------|-------|
| PRE 2 | 30 | 13.37 | 4.247 | 0.182 |
| PRE 1 | 30 | 13.20 | 3.995 | |

df = 29 statistical significant difference 0.05, t value =2.045

Findings from the table revealed that average scores from Learning Achievement Pre-test had nearly similar value at 13.37 and 13.20, respectively. After comparing average scores of both groups through the application of t-test, results indicated that value of t derived from calculation was less than value of t from the table. The findings suggested that both groups had differences at 0.05, but without statistical significance value. In another words, both groups had almost the same basic knowledge regarding Biotechnology.

3.2. Experimental group comparison of Averaging Learning Achievement Pre-Test and Post-Test Scores

One week after application of Learning Achievement Pre-test among the Experimental group, the researcher had asked the Experimental Group read the developed supplementary book before asking them to work on the same Learning Achievement test. Results were shown as follows:

Table 4: Experimental Group comparison of Averaging Learning Achievement Pre-test and Post-test Scores

| Group | n | \bar{X} | S.D | t |
|-------|----|-----------|-------|--------|
| PRE 2 | 30 | 13.37 | 4.247 | 10.147 |
| PRE 1 | 30 | 20.37 | 2.141 | |

df = 29 statistical significant difference 0.05, t value =1.699

Findings from the table above revealed that average scores from Learning Achievement Pre-test (non-readers) and Post-test (readers) were 13.37 and 20.37, respectively. After comparing average scores of both groups through the application of t-test, results indicated that value of t derived from calculation was less than value of t from the table. The findings suggested that Experimental group had increased knowledge with statistical significance value at 0.05 after reading the book.

3.3. Scores comparison of Learning Achievement Pre-test and Post-test of Control Group

One week after application of Learning Achievement Pre-test among the Control group, the researcher had asked the Control Group read the developed supplementary book before asking them to work on the same Learning Achievement test. Results were shown as follows:

Table 5: Control Group comparison of Averaging Learning Achievement Pre-test and Post-test Scores

| Group | n | \bar{X} | S.D | t |
|--------|----|-----------|-------|-------|
| PRE 1 | 30 | 13.2 | 3.995 | 3.607 |
| Post 1 | 30 | 14.0 | 4.259 | |

df = 29 statistical significant difference 0.05, t value =1.699

Findings from the table above revealed that average scores from Learning Achievement Pre-test (non-readers) and Post-test (readers) were 13.2 and 14.0, respectively. After comparing average scores of both groups through the application of t-test, results indicated that value of t derived from calculation was less than value of t from the table. The findings suggested that Experimental group had the differences without statistical significance value at 0.05 which suggested that their knowledge had not increased after reading the book.

3.4. Experiment and Control groups' comparison of Averaging Learning Achievement Pre-Test and Post-Test Scores

One week after application of Learning Achievement Pre-test among the Experiment and Control groups, the researcher had asked the both groups to repeatedly work on the same Learning Achievement Test by giving the developed supplementary book to only the Control group to read for 30 minutes before asking

them to work on the same Learning Achievement test. Comparison results were shown as follows:

Table 6: Controlled and Non-controlled Groups comparison of Averaging Learning Achievement Pre-Test and Post-Test Scores

| Group | n | \bar{X} | S.D | t |
|--------|----|-----------|-------|-------|
| Post 2 | 30 | 20.37 | 2.141 | 8.627 |
| Post 1 | 30 | 14.00 | 4.259 | |

df = 29 statistical significant difference 0.05, t value =2.045

Findings from the table above revealed that average scores of both Experimental and Control groups from Learning Achievement Post-test were 20.37 and 14.0, respectively. After comparing average scores of both groups through the application of t-test, results indicated that value of t derived from calculation was higher than value of t from the table. The findings suggested that Experimental group who read the supplementary book had more knowledge than the Control group, non-reader, having statistical significance value at 0.05.

4. Scholars and the third Level of Basic Education Students' Evaluation of Supplementary Book

4.1 Scholars' Satisfaction Evaluation of Supplementary Book consisted of the following details.

1. Personal Data
2. Quality Evaluation on the supplementary book
3. General opinion regarding the supplementary book

Evaluation criteria were: Excellent, good, fair and need improvement.

1st part: Personal Data consisted of Name and Surname, degree on education, position and work location. There were 8 scholars comprised of 2 Sciences teachers, 1 language teacher, 2 academic scholars and 3 experts in Biotechnology.

2nd part: Quality Evaluation on the supplementary book which divided into 4 areas. These areas were format, picture layout, content and language as illustrated in Table 7.



Table 7: Expert’s Opinion Evaluation on Supplementary Book

| Statement | Excellent | Good | Fair | Need Improvement | Admiration Base |
|---|-----------|--------|--------|------------------|-----------------|
| | Number | Number | Number | Number | |
| Format | | | | | |
| 1. Nice format to attract attention | 7 | 1 | | | Excellent |
| 2. Proper size, convenience handling | 8 | | | | Excellent |
| 3. Proper thickness | | 8 | | | Good |
| 4. Durable format | | 8 | | | Good |
| Content (Entertain Literature) | | | | | |
| 1. Matching with objectives | | 8 | | | Good |
| 2. Correct written style | | 7 | 1 | | Good |
| 3. Writer’s imagination | | 8 | | | Good |
| 4. Entertainment | 8 | | | | Excellent |
| 5. Extending relationship | 8 | | | | Excellent |
| 6. Giving reader more knowledge | 8 | | | | Excellent |
| 7. Suitable for reader’s age and experience | 7 | 1 | | | Excellent |
| 8. Building moral among reader | | 6 | 2 | | Good |

Table 7: Expert's Opinion Evaluation on Supplementary Book (continued)

| Statement | Excellent | Good | Fair | Need Improvement | Mode |
|---|-----------|--------|--------|------------------|-----------|
| | Number | Number | Number | Number | |
| Picture Layout | | | | | |
| 1. Pictures illustration appropriately related to content | 8 | | | | Excellent |
| 2. Pictures suitable with age | 8 | | | | Excellent |
| 3. Pictures illustration easily understandable and distinctive | 7 | 1 | | | Excellent |
| 4. Cover picture indicating relationship between contents | 6 | 2 | | | Excellent |
| Language | | | | | |
| 1. Suitable with age | 7 | 1 | | | Excellent |
| 2. Easily understandable | 6 | 2 | | | Excellent |
| 3. Correct use of language | 1 | 7 | | | Good |
| Book Value | | | | | |
| 1. Events and situations based on interesting story appropriated with 3 rd level of Basic Education Students | 6 | 2 | | | Excellent |
| 2. Book's content helps to increase knowledge in Biotechnology | 1 | 7 | | | Good |
| 3. Book's content helps to raise awareness and understanding in Biotechnology | 2 | 5 | 1 | | Good |

Findings from Table 7 regarding scholars' opinion evaluation on supplementary book concluded as follows:

Format: Most scholars agreed to beautiful format that should attract attention, appropriate size, easily handle and proper thickness with durability.

Content: Most scholars agreed that the supplementary book was constructed in accordance to the objectives with good writing. The readers could imagine along with the story as well as entertaining and blending content, thus giving the readers more knowledge and suitable for the readers' ages and experiences. Moreover, it had created good moral among the readers.

Picture Layout: Most scholars agreed that the picture complimented with the story while the pictures were suitable to the readers' ages. Background pictures were easy to understand and picture on the cover associated quite well with the story.

Language: Most scholars agreed that the supplementary book used language suitable for the readers' ages with clarity and accuracy.

Book Value: Most scholars agreed that the supplementary book presented interesting stories and events to arouse curiosity of the readers, suitable to their ages. Content provided more knowledge regarding Biotechnology as well as building good conscious and understanding in Biotechnology.

Furthermore, some scholars had recommended more academic contents which should make the supplementary book more interesting and attracting more students' attention.

To conclude from quality evaluation and scholars' opinions, the supplementary book was unanimously accepted by all scholars.

4.2 Opinion evaluation regarding the supplementary book among the third Level of Basic Educational Students who passed Basic Science consisted of the following details.

1. Personal Data
2. Quality Evaluation on the supplementary book
3. General opinion regarding the supplementary book

Evaluation criteria were: Excellent, good, fair and need improvement. Results were shown as follows:

Table 8: Student's Opinion Evaluation on Supplementary Book

| Statement | Excellent | Percentage | Good | Percentage | Fair | Percentage | Improvement | Percentage | Mode |
|---|-----------|------------|------|------------|------|------------|-------------|------------|-----------|
| Format | | | | | | | | | |
| 1. Nice format to attract attention | 25 | 83 | 5 | 17 | | | | | Excellent |
| 2. Proper size, convenience handling | 24 | 80 | 6 | 20 | | | | | Excellent |
| Content | | | | | | | | | |
| 1. Giving knowledge and accuracy | 20 | 67 | 8 | 26 | 2 | | | | Excellent |
| 2. Entertainment | 26 | 87 | 4 | 13 | | 7 | | | Excellent |
| 3. Easily understandable | 27 | 90 | 3 | 10 | | | | | Excellent |
| 4. Appropriateness | 29 | 97 | 1 | 3 | | | | | Excellent |
| 5. Suitable with age and experience of reader | 25 | 83 | 5 | 17 | | | | | Excellent |
| 6. Relating to the topic | 21 | 70 | 7 | 23 | 2 | 7 | | | Excellent |
| 7. Extending relationship | 26 | 87 | 4 | 13 | | | | | Excellent |
| 8. Promoting concept and good attitude among reader | 9 | 30 | 16 | 53 | 5 | 17 | | | Good |
| Language | | | | | | | | | |
| 1. Suitable with reader's age | 28 | 93 | 2 | 7 | | | | | Excellent |
| 2. Easily understandable | 26 | 87 | 4 | 13 | | | | | Excellent |
| 3. Correct use of language | 7 | 23 | 17 | 57 | 6 | 20 | | | Good |

Findings from Table 8 regarding student's opinion evaluation on supplementary book concluded as follows:

Format: Most students agreed to beautiful format and appropriate size.

Content: Most students agreed that the supplementary book provided knowledge with accuracy as well as entertaining, easily understandable plot with proper length and suitable for the reader's ages and experiences. Its content blended with the story and continual flow, creating ideas and good attitudes for the readers.

Language: Most students agreed that the supplementary book used language suitable for the readers' ages with clarity and accuracy.

Furthermore, some students had mentioned that they could understand the entire book as well as cartoon caricatures made the supplementary book more interesting and the supplementary book was developed well. Majority gave no further recommendations.

CHAPTER V

DISCUSSIONS

This research was aimed to construct and test the supplementary book “Biotechnology and Life” integrated to environmental Education for the third level of Basic Education Students (1st-3rd) with 2 major steps; Developing and improving as well as testing the supplementary book.

1. Formulation of Supplementary Book

For the purpose of constructing the supplementary book, domestic and overseas books, texts and media regarding Biotechnology and construction process were studied as the basis for designing cartoon caricatures and presentations to construct drafting book (A4). After testing this draft 3 times, students agreed that the draft’s content was quite understandable even though its size rather large, lacking picture’s descriptions and content’s explanation occasionally excessive. Their opinion was coincided with Pinyo Sathorn (1978:254) who had stated that in order to make the supplementary book more attractive, illustration pictures should contain value and art as well as convenience size to carry-on. Therefore, the supplementary book had been reduced in size, added more illustration pictures and descriptions to be in line with students’ interests.

2. Recommendations from Research Findings

2.1 Developing and improving research results

Research tools for this search consisted of Achievement Test for 30 questions with 4 alternatives answers for try-out selection. Each question had level of difficulty between 0.2-0.8, Discrimination Power over 0.20 and Satisfaction Evaluation for the scholars and students that could be the basis for evaluation of book’s quality.

2.2 Testing the complete version of supplementary book

To conclude from this research, the supplementary book “Biotechnology and Life” that had been effectively developed should work quite well with the teaching of Biotechnology in learning Sciences as well as integrated to Environmental Education with its contents from passing the requirement of Achievement Test. After application of Learning Achievement Test, findings revealed that post-scores of the experimental group were higher than controlled, non-reading group, having statistical significance value at 0.05 with averaging scores for the controlled group at 14.0 percents while the experimental group at 20.37 percents. Later, scores of both groups were taken for analysis to compare scores differences by t-test. Findings from comparison revealed that t was valued at 8.637 which considered higher than t from the table (t from table $df=29$, statistical significance value at 0.05 or 2.045. This research results had coincided with the study of Sornchai Moolkar (199:83) regarding the developing and implementing the supplementary book on the Glass House Effects for Biophysical Sciences for the Upper Secondary Students. As a result, the post-scores of the experimental group were also higher than controlled group and Satisfaction Evaluation results from reading the supplementary book among scholars and students revealed that most of them agreed to proper application of the supplementary book.

3. Experts and students Satisfaction Evaluation

Results of Satisfaction Evaluation of the supplementary book according to the following characteristics were summarized as follows:

3.1 Format:

Findings from experts and students’ evaluation revealed that the supplementary book’s format was in good level quite popular among the students. The quality assessment was at good level also which could result from the plot with narrated caricatures and the interaction between them , as being advised by Jintana Bigasuyi (1998:194) regarding the proper method to write comedy prose.

3.2 Contents

Findings from experts and students' evaluation revealed that overall supplementary book's content was at good level, periodically inserting environmental subjects. Meanwhile, some scholars had recommended more academic contents.

3.3 Picture Layout

Findings from experts' evaluation revealed that overall contents were at good level.

3.4. Language Use

Findings from experts' evaluation revealed that overall contents were at good level but needed language improvement to make it more academic.

3.5 Book Value

Findings from experts' evaluation revealed that overall contents were at good level with integrated to Environment and Environmental Education within the book to make the students understand environment and Biotechnology and association between Biotechnology and Environment.

Results finding from the research revealed that the supplementary book, "Biotechnology and Life" that had been developed, even though contained some flaws but it was widely accepted among experts and students, judging from evaluation results from good to excellent. This book has increased students' knowledge in Biotechnology and environment, including created good attitude toward Biotechnology and natural preservation as well as being the learning media in Biotechnology to combine Sciences and integrated to Environmental Education for the third Level of Basic Education Students (1st-3rd) through self-learning and changing to proper behavior. Furthermore, it had become the guideline for developing media to

integrate Environmental Education with other subjects for improving education in own school and also solving problems in teacher and environmental teaching materials shortages.



CHAPTER VI

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The objective of this research was to develop the supplementary book “Biotechnology and Life” integrated to environmental Education for the third level of Basic Education Students who had studied basic Sciences through the application of Pretest-Posttest Control Group Design. Research tools were consisted of the Learning Achievement Test, Experts and Students’ evaluation, Supplementary book, “Biotechnology and Life”. The supplementary book which was 15 centimeters in width, 21 centimeters in length contained 20 pages and 6 sections with the topics of Knowing Biotechnology, plants and Biotechnology, animals and Biotechnology, application of Biotechnology in various aspects, Thailand and Biotechnology and summarized advantages and disadvantages of Biotechnology, mixing with real picture as comedy with many cartoon caricatures to present knowledge regarding Biotechnology to modify before actual implementation. Experimental group consisted of 60 students from the 3rd Level of Basic Education of Chaichimpleewittayakom School under the Office of Basic Education, Area 3 of Bangkok Metropolitan. They were divided into Experimental and Control Groups of 30 students each for Pretest and Posttest Achievement.

Analysis results derived from Learning Achievement Tests of the Experimental and Control Groups as well as evaluating results of the Control Group, Quality evaluation of the supplementary book from 8 experts were collected and summarized as follows.

1. Research Conclusion

Results analysis from developing and applying the supplementary book were divided into 3 parts:

1.1 Students Learning Achievement Analysis from Testing

1.1.1 Results comparison of Learning Achievement Pretest-Posttest

Control Group Design among Experimental and Control Groups revealed that both groups had no differences in Learning Achievement prior to reading the supplementary book at statistical significance differences at 0.05 which clearly indicated same level of knowledge formerly.

1.1.2. Results comparison of Learning Achievement Pretest-Posttest Control Group Design among Experimental and Control Groups revealed Learning Achievement prior to reading the supplementary book at statistical significance value at 0.05 which indicated students had actually increased Learning Achievement.

1.2 Results analysis of Satisfaction Evaluation on the supplementary book among students suggested that most of them highly satisfied with reading the supplementary book, next well satisfied and only small numbers of students fairly satisfied. Conclusion was made after comparison of majorities of students indicated highly satisfied level that “Biotechnology with Life” contained quality suitable for teaching aids.

1.3 Results analysis of Satisfaction Evaluation on the supplementary book among students suggested that the evaluation for format was at good level. Therefore, the format was quite suitable.

Contents analysis was good also as well as having contents suitable for student ages in order to create good knowledge and attitude that integrated to Environmental Education among students. As for evaluation of language use, proper language was used which easy to understand and match with contents.

2. Recommendations from Research Findings

2.1. When making cartoon for academic presentation, contents of such subject should be study to understand clearly as well as having entertainment and fun knowledge at the same time which was rather difficult because most contents that relied heavily on academic would contain little enjoyment, but if stressed on enjoyment sensible contents would be reduced.

2.2. Constructing supplementary book should consider start-up investment and duration in operation, whether being part of the plot, illustrations or pictures arrangement, especially the cost for using color illustrations which required high production costs.

2.3. Application of Technology in the picture illustration for clarity and beautiful pictures. In case of scanning pictures, pictures and letters might be fuzzy and less defined.

2.4. Before implementation of the supplementary book, teachers should explain to students so that they understood the clear objectives of learning with the supplementary book constructed by the researcher.

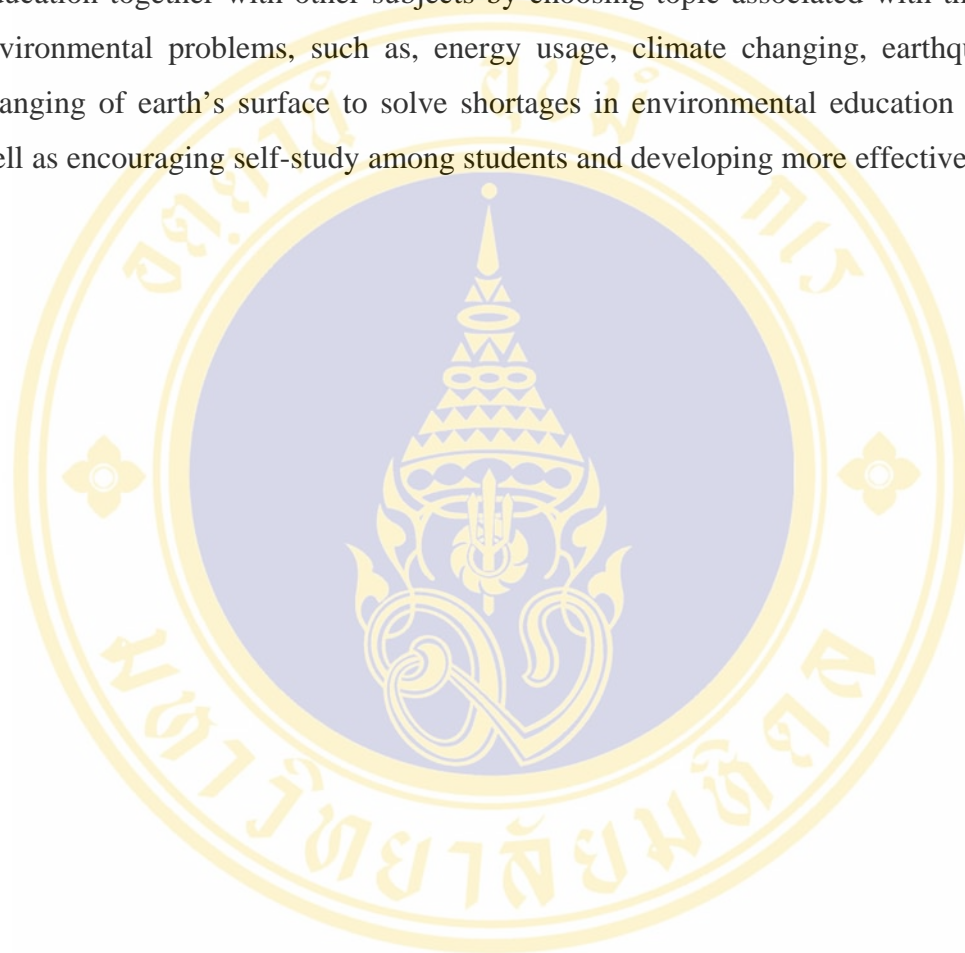
2.5. In order to integrate Environmental Education, there should be the students to short environmental subjects included in contents for the students to gradually know and understand Environmental Education as the basis for developing the learner's knowledge.

3. Recommendations for Further Research Studies

3.1. In the beginning of the research, there should be some survey for the need to develop the supplementary book, such as, contents in each section, integrated Environmental Education or presentation design for the completion in the developing the supplementary book.

3.2. Extending research by taking pictures and contents from the supplementary book to make computer aid CAI, VCD, Webpage or On line learning for modern teaching technique and more effective teaching.

3.3. More research should be conducted to integrate Environmental Education together with other subjects by choosing topic associated with the current environmental problems, such as, energy usage, climate changing, earthquake and changing of earth's surface to solve shortages in environmental education media as well as encouraging self-study among students and developing more effective methods.



BIBLIOGRAPHY

- Anuar,H.(1979)”Children’s Information Services in Southeast Asia” The School Librarian. 3. 11-13.
- Bernstein,R., and Bernstein,S.(1996). Biology. USA: Times Mirroor Higher Education Group.
- Boom,B.S.(1972). Taxonomy of Educaional objectives The Classification of Educaion goals Handbook I : Cognitive Domain. New York : David Mc. Kay Company Inc.
- Campbell A. (1979) Hoe readability formulae fall shot in matching student to text in the content area. Journal of Reading. 51-56.
- Fasco E.T. (1983). The Relationship Between Chjdrren’s Cognitive Level of Development and their Responses to Literature. New York: Nofstar University.
- UNESCO-UNEP.(1976). The Belgrade Charter. Connect. (January 1976). 2-3.
- Verhoek, Nancy allyn.(1990). “The effectiveness of the utilization of objects, picture, and multimaging as components of French second language and reading instruction.” Dissertation Abstracts Internatinal. 50(11),3505-A.

In Thai

- กรกนก ลัธชนันท์.(2539) . การพัฒนาและทดลองใช้หนังสืออ่านเพิ่มเติม เรื่องป่า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,สาขาสังแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล.
- กฤษณา ลำไย. (2534). การสร้างและทดลองใช้หนังสือการ์ตูนอ่านประกอบการเรียนการสอนทางสิ่งแวดล้อม เรื่อง สารกำจัดศัตรูพืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาสังแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล.

-หนังสือกับการส่งเสริมการอ่าน. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์การศาสนา, 2534.
-หนังสืออ่านเพิ่มเติมชุดการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เรื่อง มลพิษทางทัศนียภาพ. กรุงเทพมหานคร : องค์การค้ำของครูสภา, 2542.
-ความจำเป็นในการใช้หนังสือ เอกสารประกอบการประชุมการจัดหนังสืออ่านเพิ่มเติม . (อัคราเนนา) กรุงเทพมหานคร : 2532.
-รายงานการวิเคราะห์เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมกับนโยบายทางการศึกษาของไทย. ฝ่ายการพิมพ์กรมวิชาการ, 2534.
- (2539) . คู่มือการเขียนบันทึกคดีและสารคดีสำหรับเด็ก. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ครูสภาลาดพร้าว.
- กฤษณา ศักดิ์ศรี.(2530). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: บำรุงสาส์น. กรมวิชาการ องค์การยูเนสโก . รายงานการวิเคราะห์เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมกับนโยบายการศึกษาของไทย . ฝ่ายการพิมพ์ กรมวิชาการ . 2534.
- กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ครูสภาลาดพร้าว, 2545
- เกษม จันทร์แก้ว และประพันธ์ โกยสมบุรณ์ . (2535). หลักการสิ่งแวดล้อมศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- เกษม จันทร์แก้ว.(2536) . สิ่งแวดล้อมศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์
- กานดา พูนลาภศรี.(2530). สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย . กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2531.
-(2544) .เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. (พิมพ์ครั้งที่ 2) .กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดอรุณการพิมพ์.
- ขวัญนุช คำเมือง . ผู้แปล. โดเรมอน โลกเร้นลับของสิ่งมีชีวิต. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : นานมีบุ๊คส์ ,2542.
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.(2543). รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย พ.ศ. 2542.กรุงเทพมหานคร : บริษัท พี.พรินต์ติ้งกรุ๊ป จำกัด.
- จินตนา ไบชูเกยี . แนวทางการจัดทำหนังสือเด็ก . กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น , 2534.
- ฉวีวรรณ คูหาภินันท์ .(2527) การทำหนังสือสำหรับเด็ก . (พิมพ์ครั้งที่ 4) กรุงเทพมหานคร : อมรการพิมพ์.

- ชม ภูมิภาค . เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา .กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2526.
- ชัยวัฒน์ อินเสน.(2537). การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านเพิ่มเติมสิ่งแวดลอมศึกษา เรื่อง ป่าที่สวยงาม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาสิ่งแวดลอมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล.
- ณัฐพร ไกรเทพ.(2538). การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านเพิ่มเติมด้านการอนุรักษ์ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาสิ่งแวดลอมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล.
- เต็มดวง รัตนทัศนีย. (2544). การผลิตสื่อการสอนสิ่งแวดลอมศึกษา. เอกสารประกอบการสอน วิชาการพัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดลอมศึกษา. นครปฐม: ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- เต็มดวง รัตนทัศนีย. (2544). มนุษย์และสิ่งแวดลอม. นครปฐม: ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- เต็มดวง รัตนทัศนีย. (2544). ลักษณะและความสำคัญของสิ่งแวดลอมศึกษา. เอกสารประกอบการสอน วิชาการพัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดลอมศึกษา. นครปฐม: ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- _____. (2544). ลักษณะและความสำคัญของสิ่งแวดลอมศึกษา. เอกสารประกอบการสอน วิชาการพัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดลอมศึกษา. นครปฐม: ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นวิยา นันทพานิช. (2543). การพัฒนาคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสิ่งแวดลอมศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการอนุรักษ์ป่าชายเลน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสิ่งแวดลอมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นันทิยา วรรณฤติ. การขยายพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, 2542.
- นิพนธ์ สุขปรีดี . โสตทัศนศึกษา . (พิมพ์ครั้งที่ 3) กรุงเทพมหานคร : แพร่พิทยา , 2521.
- นิตา ชูโต . กล่อมจิต พลายเวช และ กานต์มณีศักดิ์เจริญ . การวิเคราะห์หนังสืออ่านสำหรับเด็ก . บันลือ พลุกะวัน . วรรณกรรมสำหรับเด็ก . กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช , 2521.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ . ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ . กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เจริญพานิช , 2531.

- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2540). คู่มือการวิจัยการเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์. กรุงเทพมหานคร: เจริญผล.
- พิชญา พันธรักษ์. (2542). การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านเพิ่มเติมเรื่อง เมื่อนำอยู่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ไพรัช กุลวชิรารวรรณ. (2529). การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านประกอบประเภทเรื่องสั้นสำหรับวิชาประชากรศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต, สาขาประชากรศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ไพศาล เหล่าสุวรรณ.(2542). พันธุศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพมหานคร:สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พรจันทร์ จันทรวิมลและคณะ. (2534). การเขียนและจัดทำสื่อหนังสือสำหรับเด็กและเยาวชน. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร : ตะเกียง.
- มีนา โอวารินทร์.ผู้แปล .(2546).สำรวจโลกวิทยาศาสตร์ เซลล์และพันธุกรรม. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า จำกัด.
- มูลนิธิโลกสีเขียว.(2544). สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 2542-2543. กรุงเทพมหานคร.
- รัตนา นวนแก้ว . การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านประกอบเรื่อง “ก่อนจะสายเกินไป” สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา . บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล , 2535.
- วาสนา ชาวหา. (2525). เทคโนโลยีทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: กราฟฟิคอาร์ต.
- วาสนา ชาวหา. (2533). เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: อักษรสยามการพิมพ์.
- วิชัย บุญแสง และคณะ.(2541).สารพันธุกรรมสู่เทคโนโลยีพิสูจน์บุคคล.โครงการสำนักพิมพ์และศูนย์สิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ สวทช/มหาวิทยาลัย.
- วินัย วีระวัฒน์นนท์.(2532).กระบวนการทางสิ่งแวดล้อมศึกษา.กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
- วิสุทธิ ไบไม้.(2538).พันธุศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร: เอ็นพี ซัพพลายพรีนติ้ง.
- วิชาการ,กรม.(2544).ความหลากหลายทางชีวภาพของโลก.กรุงเทพมหานคร : องค์การคำครุสภา.

- ศรชัย มูลคำ. (2541). การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านเพิ่มเติมเรื่อง ปราบปรามการฉ้อโกง
สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ ชีวภาพ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษา ศาสตร์
มหาบัณฑิต, สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- _____. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. (2543).รายงานสถานภาพ GMOs
ในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 9 (เอกสารเผยแพร่).ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- _____. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.(2545). เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อ
ประชาชน. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- _____. (2544). กระทรวงศึกษาธิการ. มหัศจรรย์แห่งเทคโนโลยีชีวภาพ. กรุงเทพมหานคร: โรง
พิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว
- ศศิพร สมบูรณ์ทรัพย์.(2542). การทดลองใช้หนังสืออ่านเพิ่มเติม ชุด ป่า : ห้องเรียนของชีวิต สำหรับ
นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต,
สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศิวพร มลิตา.(2535). การสร้างและทดลองใช้หนังสือภาพการ์ตูนอ่านประกอบบทเรียนเรื่อง การ
อนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์ป่า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
มหิดล.
- ศึกษาธิการ,กระทรวง. กรมวิชาการ.(2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2541). หนังสือเรียน วิทยาศาสตร์ ๖015
พันธุกรรมกับการอยู่รอด. กรุงเทพมหานคร : องค์การคุรุสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2542). หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา โครงสร้าง 2
เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร : องค์การคุรุสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2542). หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา โครงสร้าง 3
เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร : องค์การคุรุสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2538). คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
ชีวภาพ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรม. กรุงเทพมหานคร : องค์การคุรุสภา.

สมาพร แซ่บาง. (2544). การสร้างและทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง เรื่องการ
สุขภาพสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
มหิดล.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.(2544).โคลนนิ่ง : เทคโนโลยีสะท้านโลก
กรุงเทพมหานคร.

สาลินี รังกุพันธ์. การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านประกอบ เรื่อง “เรารักสิ่งแวดล้อม” สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม
ศึกษา . บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย มหิดล , 2535.

สมาพร แซ่บาง. (2544). การสร้างและทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง เรื่อง การ
สุขภาพสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
มหิดล.

สันหัตถ์ กิบาลสุข. (2523). การใช้สื่อการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเทคโนโลยี
ทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมบูรณ์ สงวนญาติ. (2534). เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์
การศาสนา กรมการศาสนา.

สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษา
แห่งชาติ พ.ศ. 2542. (เอกสารอัดสำเนา).

สำนักคณะกรรมการส่งเสริมและประสานงานเยาวชนแห่งชาติ. (2540). แผนพัฒนาเด็กและเยาวชน
ในระยะแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติฉบับที่ 8 พ.ศ. 2540-2544. กรุงเทพมหานคร:
กรุงเทพการพิมพ์.

เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528). เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อรทัย ศิลป์ประกอบ.(2542). การสร้างหนังสืออ่านประกอบภาพการ์ตูนเรื่อง “แม่น้ำกับการอยู่รอด”
เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา . บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหิดล .

- อนุชา แซ่มักดี .(2543). การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านเพิ่มเติมเรื่อง “มนุษย์กับพลังงานไฟฟ้า” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์ สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา . บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล .
- องค์การยูเนสโก.(2534). รายงานการวิเคราะห์เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมกับนโยบายการศึกษาของไทย. กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.





APPENDIX A

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ในการให้คำปรึกษาและตรวจแก้ไขหนังสืออ่านเพิ่มเติม
เรื่อง “เทคโนโลยีชีวภาพกับชีวิต”

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1.1 ดร. ชนิกุล ชูตระกูล

| | |
|--------------|--|
| วุฒิการศึกษา | Ph.D. |
| ตำแหน่ง | นักวิจัย |
| สถานที่ทำงาน | ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ(BIOTEC) |

1.2 ดร.ศรีวรรณ วงศ์วิศาลศรี

| | |
|--------------|--|
| วุฒิการศึกษา | Ph.D. |
| ตำแหน่ง | นักวิจัย |
| สถานที่ทำงาน | ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ(BIOTEC) |

1.3 นางสาวมาลี จินดาสกุลยนต์

| | |
|--------------|--------------------------|
| วุฒิการศึกษา | กศ.บ.(ชีววิทยา) |
| ตำแหน่ง | ครู อันดับ ค.ศ. 2 |
| สถานที่ทำงาน | โรงเรียนไชยฉิมพลีวิทยาคม |

1.4 นางสาวดวงตา เอี่ยมศิลา

| | |
|--------------|--------------------------|
| วุฒิการศึกษา | คบ.(วิทยาศาสตร์) |
| ตำแหน่ง | ครู อันดับ ค.ศ. 2 |
| สถานที่ทำงาน | โรงเรียนไชยฉิมพลีวิทยาคม |

1.5 นางสาวนฤมล รวยดี

| | |
|--------------|--------------------------|
| วุฒิการศึกษา | กศ.บ. (เคมี) |
| ตำแหน่ง | ครู อันดับ ค.ศ. 2 |
| สถานที่ทำงาน | โรงเรียนไชยฉิมพลีวิทยาคม |

1.6 นางนุชรีย์ บุญลักกะ

| | |
|--------------|--------------------------|
| วุฒิการศึกษา | กศ.บ. (ภาษาไทย) |
| ตำแหน่ง | ครู อันดับ ค.ศ. 3 |
| สถานที่ทำงาน | โรงเรียนไชยฉิมพลีวิทยาคม |

2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา

2.1 นางสุกัญญา งามบรรจง

| | |
|--------------|---|
| วุฒิการศึกษา | ค.ม. (สุขศึกษา) |
| ตำแหน่ง | นักวิชาการการศึกษา 8 ว หัวหน้างานกลุ่มพัฒนาสื่อ นวัตกรรมและเทคโนโลยี |
| สถานที่ทำงาน | สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ |

2.2 อาจารย์นิรมล ตู้อินดา

| | |
|--------------|---|
| วุฒิการศึกษา | ปริญญาโท |
| ตำแหน่ง | นักวิชาการการศึกษา 8 ว หัวหน้างานกลุ่มพัฒนาสื่อ นวัตกรรมและเทคโนโลยี |
| สถานที่ทำงาน | สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ |

APPENDIX B

การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติม

ตารางที่ 9 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

| ข้อ | P_H | P_L | $P_H + P_L$ | $P_H - P_L$ | P | r | หมายเหตุ |
|-----|-------|-------|-------------|-------------|-------|--------|----------|
| 1. | 8 | 5 | 13 | 3 | 0.81 | 0.375 | |
| 2. | 1 | 1 | 2 | 0 | 0.12 | 0 | ปรับปรุง |
| 3. | 4 | 3 | 7 | 1 | 0.44 | 0.125 | |
| 4. | 5 | 3 | 8 | 2 | 0.5 | 0.25 | |
| 5. | 5 | 3 | 8 | 2 | 0.5 | 0.25 | |
| 6. | 7 | 7 | 14 | 0 | 0.87 | 0 | ปรับปรุง |
| 7 | 4 | 1 | 5 | 3 | 0.31 | -0.375 | |
| 8 | 3 | 1 | 4 | 2 | 0.25 | 0.25 | |
| 9 | 3 | 0 | 3 | 3 | 0.18 | 0.375 | |
| 10 | 8 | 3 | 11 | 5 | 0.68 | 0.625 | |
| 11 | 3 | 3 | 6 | 0 | 0.37 | 0 | ปรับปรุง |
| 12 | 3 | 2 | 5 | 1 | 0.31 | 0.125 | ปรับปรุง |
| 13 | 2 | 3 | 5 | -1 | 0.31 | -0.125 | ปรับปรุง |
| 14 | 8 | 2 | 10 | 6 | 0.625 | 0.75 | |
| 15 | 0 | 1 | 1 | -1 | 0.06 | -0.125 | ปรับปรุง |
| 16 | 3 | 2 | 5 | 1 | 0.31 | 0.125 | ปรับปรุง |
| 17 | 5 | 3 | 8 | 2 | 0.44 | 0.25 | |
| 18 | 6 | 2 | 8 | 4 | 0.5 | 0.5 | |
| 19 | 4 | 2 | 6 | 2 | 0.37 | 0.25 | |
| 20 | 3 | 1 | 4 | 2 | 0.25 | 0.25 | |

ตารางที่ 9 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(ต่อ)

| ข้อ | P_H | P_L | $P_H + P_L$ | $P_H - P_L$ | P | r | หมายเหตุ |
|-----|-------|-------|-------------|-------------|-------|--------|----------|
| 21 | 7 | 5 | 12 | 2 | 0.75 | 0.25 | |
| 22 | 4 | 2 | 6 | 2 | 0.37 | 0.25 | |
| 23 | 8 | 5 | 13 | 3 | 0.81 | 0.375 | |
| 24 | 8 | 4 | 12 | 4 | 0.75 | 0.5 | |
| 25 | 8 | 4 | 12 | 4 | 0.75 | 0.5 | |
| 26 | 9 | 4 | 13 | 5 | 0.81 | 0.625 | |
| 27 | 0 | 1 | 1 | -1 | 0.06 | -0.125 | ปรับปรุง |
| 28 | 7 | 7 | 14 | 0 | 0.875 | 0 | ปรับปรุง |
| 29 | 6 | 3 | 9 | 3 | 0.56 | 0.375 | |
| 30 | 6 | 5 | 11 | 1 | 0.68 | 0.125 | |
| 31 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0.06 | 0.125 | ปรับปรุง |
| 32 | 8 | 3 | 11 | 5 | 0.687 | 0.625 | |
| 33 | 3 | 1 | 4 | 2 | 0.25 | 0.25 | |
| 34 | 2 | 1 | 3 | 1 | 0.187 | 0.125 | ปรับปรุง |
| 35 | 6 | 3 | 9 | 3 | 0.56 | 0.375 | |
| 36 | 6 | 1 | 7 | 5 | 0.43 | 0.625 | |
| 37 | 5 | 2 | 7 | 3 | 0.43 | 0.375 | |
| 38 | 4 | 1 | 5 | 3 | 0.31 | 0.375 | |
| 39 | 6 | 4 | 10 | 2 | 0.625 | 0.25 | |
| 40 | 1 | 3 | 4 | -2 | 0.25 | -0.25 | ปรับปรุง |

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$$\begin{aligned} \text{สูตรการหาความแปรปรวน (S}_x^2) &= \frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{(30 \times 10898) - 315844}{30 \times 29} \\ &= \frac{11096}{870} = 12.75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{สูตรหาความเชื่อมั่น} &= \frac{K}{K-1} \times \frac{1 - \bar{X}(K - \bar{X})}{KS_x^2} \\ &= \frac{40}{39} \times \frac{(1 - 18.73)(40 - 18.73)}{40 \times 12.75} \\ &= \frac{40}{39} \times 0.74 \\ &= 0.76 \end{aligned}$$

ตารางที่ 10 แสดงคะแนนทดสอบก่อน-หลัง การทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

| คนที่ | กลุ่มควบคุม | | กลุ่มทดลอง | |
|----------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| | Pretest | Posttest | Pretest | Posttest |
| 1 | 13 | 15 | 5 | 20 |
| 2 | 12 | 13 | 7 | 17 |
| 3 | 15 | 16 | 7 | 17 |
| 4 | 18 | 19 | 8 | 23 |
| 5 | 13 | 12 | 9 | 20 |
| 6 | 11 | 12 | 9 | 18 |
| 7 | 11 | 9 | 9 | 18 |
| 8 | 13 | 15 | 9 | 18 |
| 9 | 11 | 10 | 10 | 17 |
| 10 | 6 | 7 | 11 | 21 |
| 11 | 8 | 10 | 11 | 21 |
| 12 | 4 | 5 | 12 | 18 |
| 13 | 18 | 16 | 13 | 23 |
| 14 | 8 | 10 | 14 | 23 |
| 15 | 18 | 19 | 14 | 19 |
| 16 | 15 | 16 | 14 | 22 |
| 17 | 8 | 7 | 15 | 19 |
| 18 | 10 | 11 | 15 | 21 |
| 19 | 16 | 17 | 15 | 20 |
| 20 | 12 | 14 | 15 | 23 |
| 21 | 18 | 20 | 16 | 19 |
| 22 | 15 | 17 | 16 | 23 |
| 23 | 19 | 21 | 17 | 25 |
| 24 | 16 | 18 | 17 | 22 |
| 25 | 17 | 18 | 17 | 21 |
| 26 | 12 | 13 | 18 | 19 |
| 27 | 15 | 16 | 18 | 20 |
| 28 | 15 | 14 | 19 | 20 |
| 29 | 10 | 10 | 20 | 22 |
| 30 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| X | 13.47 | 14.0 | 13.37 | 20.37 |

APPENDIX C

แบบทดสอบ เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพกับชีวิต

- คำอธิบาย** 1. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบตรงตามข้อที่ต้องการ
2. ถ้าเลือกข้อผิดให้ขีดทับแล้วเลือกข้อใหม่
-

1. ข้อใดเป็นความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพ
- ก. การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเพิ่มผลผลิต
 - ข. การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเปลี่ยนแปลงสิ่งมีชีวิต
 - ค. การนำสิ่งมีชีวิตไปผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - ง. การใช้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งมีชีวิตเพื่อให้มีคุณภาพหรือประโยชน์ มากขึ้น
2. ข้อใดเป็นการนำเทคโนโลยีชีวภาพแบบง่ายๆ มาใช้ประโยชน์
- ก. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
 - ข. การทำน้ำปลา
 - ค. การคัดเลือกพันธุ์ผสมเพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ๆ
 - ง. การใช้สิ่งมีชีวิตควบคุมกำจัดศัตรูพืช
3. เทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่มีข้อได้เปรียบเทคโนโลยีแบบดั้งเดิมอย่างไรบ้าง
- ก. เสียค่าใช้จ่ายในการผลิตน้อยกว่า
 - ข. ใช้เวลานานแต่ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูงกว่า
 - ค. กำหนดคุณสมบัติของผลผลิตได้ตามต้องการ
 - ง. ใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ซับซ้อน

4. ข้อใดเป็นเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่

- ก. การโคลนนิ่ง
- ข. การผลิตปุ๋ยชีวภาพ
- ค. การหมักเต้าเจี้ยว
- ง. การใช้สิ่งมีชีวิตควบคุมกำจัดศัตรูพืช

5. ส่วนใดของพืชที่นิยมนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

- ก. ใบแก่
- ข. กิ่งแก่
- ค. รากอ่อน
- ง. ปลายยอดอ่อน

6. ข้อใดเป็นประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการขยายพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พืช

- ก. ได้พืชที่ต้านทานแมลง
- ข. ประหยัดต้นทุนและรักษาสิ่งแวดล้อม
- ค. ได้พืชที่มีคุณสมบัติต้านทานสารเคมี
- ง. ถูกทุกข้อ

7. ข้อใดคือจุดเด่นที่สำคัญของการใช้พืชที่ได้รับการตัดแต่งยีนในการเพาะปลูก

- ก. ลดการใช้สารเคมีและยาฆ่าแมลง
- ข. เพิ่มผลผลิตต่อไร่มากกว่าการใช้พันธุ์ดั้งเดิม
- ค. ราคาต่อหน่วยถูกกว่าการใช้พันธุ์ดั้งเดิม
- ง. ได้พืชพันธุ์ใหม่ที่ทนต่อทุกสภาพภูมิอากาศ

8. นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองนำยีนจากแบคทีเรียใส่เข้าไปในเซลล์มะเขือเทศ ทำให้มะเขือเทศมีรสชาติดีขึ้น มีขนาดใหญ่และสดอยู่ได้นาน มะเขือเทศดังกล่าวได้รับการพัฒนาโดยวิธีใด

- ก. พันธุ์วิศวกรรม
- ข. การโคลนนิ่ง
- ค. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- ง. การผสมข้ามสายพันธุ์

9. ข้อใดเป็นการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในด้านอุตสาหกรรม

- ก. เครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์
- ข. อาหารกระป๋อง
- ค. กาแฟกระป๋อง
- ง. น้ำอัดลม

10. การขยายพันธุ์พืชต่อไปนี้วิธีใดที่จัดเป็นการ โคนนิ่งพืช

- 1. การปลูกกระชายโดยใช้ราก
 - 2. การปลูกต้นโกมญี่ปุ่นโดยใช้ใบ
 - 3. การปลูกกล้วยไม้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
 - 4. การปลูกถั่วเหลืองโดยการใช้เมล็ด
- ก. ข้อ 1,2,3
 - ข. ข้อ 1,2,4
 - ค. ข้อ 2,3,4
 - ง. ข้อ 1,2,3,4

11. หน่วยงานในประเทศไทยที่ทำหน้าที่ควบคุมและรับผิดชอบเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ประโยชน์ คือหน่วยงานใด

- ก. BIOTEC
- ข. BIOCENTER
- ค. BIOCHEMISTRY
- ง. BIOTECHNOLOGY

12. ข้อใดเป็นผลงานวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ในด้านอาหาร

- ก. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ทนต่อแมลงศัตรูพืช
- ข. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยเพื่อเพิ่มปริมาณมากขึ้น
- ค. การพัฒนาพันธุ์ข้าวให้ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม
- ง. การตัดต่อยีนในสุกรเพื่อให้สามารถเพิ่มปริมาณเนื้อมากขึ้น

13. ผลการตัดแต่งยีนในสิ่งมีชีวิตทำให้มนุษย์มีความเสี่ยงต่ออันตรายที่อาจเกิดขึ้นในลักษณะใด
- เกิดการกลายพันธุ์ในมนุษย์
 - ประชากรมนุษย์เพิ่มมากขึ้นในระยะยาว
 - ไม่สามารถควบคุมอัตราการตายของมนุษย์ได้
 - มนุษย์ได้รับพิษภัยจากยีนที่ถูกตัดแปลงซึ่งไม่ใช่วิถีธรรมชาติ
14. เทคโนโลยีชีวภาพช่วยในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้อย่างไรบ้าง
- ช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี
 - ช่วยลดปริมาณการใช้พื้นที่ในการเพาะปลูก
 - ทำให้เกษตรกรใช้ทรัพยากรดินและน้ำลดลง
 - ช่วยให้ทรัพยากรธรรมชาติคงสภาพเดิมได้นาน
15. แกะดอลลิที่นักวิทยาศาสตร์โคลนนิ่งขึ้นมาตัวแรกของโลก ถูกโคลนนิ่งมาจากส่วนใดของแกะต้นแบบ
- เซลล์มดลูก
 - เซลล์ไข่
 - เซลล์เต้านม
 - เซลล์ตับ
16. ข้อดีของการถ่ายฝากตัวอ่อนคือข้อใด
- ประหยัดแม่พันธุ์
 - เชื้อพ่อพันธุ์ที่ดีจากต่างประเทศในราคาถูกลง
 - ขยายพันธุ์สัตว์ได้จำนวนมากในระยะเวลาเท่าเดิม
 - ปรับปรุงพันธุ์สัตว์ตัวผู้ให้ได้พันธุ์ใหม่เพิ่มขึ้น
17. ในประเทศไทยมีการใช้กระบวนการตัดแต่งยีนให้กับพืชชนิดใดบ้าง
- มะละกอ มะเขือเทศ
 - มะเขือเทศ ฝ้าย
 - มะละกอ ฝ้าย
 - ถั่วเหลือง มะเขือเทศ

18. กระบวนการตัดแต่งยีนของพืชและสัตว์เรียกว่าอะไร

- ก. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- ข. การโคลนนิ่ง
- ค. พันธุวิศวกรรม
- ง. การผสมและคัดเลือกพันธุ์

19. พืชหรือสัตว์ที่ผ่านกระบวนการตัดแต่งยีน เรียกว่าอะไร

- ก. จีเอ็มโอ
- ข. บีไอโอ
- ค. อีเอ็มโอ
- ง. จีไอเอ็ม

20. ประเทศไทยมีการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในการด้านใดบ้าง

- ก. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อขยายพันธุ์กล้วยไม้
- ข. การพัฒนาเทคโนโลยีลายพิมพ์ดีเอ็นเอในทางนิติวิทยาศาสตร์
- ค. การขยายพันธุ์โคนมที่ให้น้ำนมสูงโดยวิธีปฏิสนธิในหลอดแก้ว
- ง. ถูกทุกข้อ

21. ข้อใดคือความวิตกของประชาชนในการบริโภคพืชหรือสัตว์ที่มีการตัดแต่งยีน

- ก. ทำให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดสูญพันธุ์ได้
- ข. ความไม่ปลอดภัยต่อชีวิตและสุขภาพ
- ค. เกิดการผันแปรทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
- ง. ถูกทุกข้อ

22. ข้อใดไม่ใช่การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์

- ก. ใช้ปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์
- ข. ใช้ผลิตยารักษาโรค
- ค. ใช้ผลิตอาหารที่เกิดจากการหมัก
- ง. ใช้บำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรม

23. ข้อใดกล่าวถูกต้องตามความเป็นจริง

- ก. พืชที่ได้รับการตัดต่อยีนส่วนใหญ่จะมีลักษณะเลวลง
- ข. พืช GMOs ทำให้ผู้ที่บริโภคเสียชีวิต
- ค. พืช GMOs ยังไม่ได้รับการยอมรับจากคนทั่วไปมากนัก
- ง. พืชที่ขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะมีอายุสั้นกว่าปกติ

24. ถ้านักเรียนเดินทางไปตลาดและพบข้าวโพด 2 ชนิด ชนิดแรกมีเมล็ดและฝักปกตีมีสีเดียว ชนิดที่ 2 เมล็ดอวบฝักใหญ่กว่าปกติเกือบสองเท่ามีสองสี ในฝักเดียว นักเรียนคิดว่าข้อมูลในข้อใดต่อไปนี้จะเป็นไปได้มากที่สุด

- ก. ข้าวโพดชนิดแรกได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- ข. ข้าวโพดชนิดที่ 2 ได้จากการโคลนนิ่ง
- ค. ข้าวโพดชนิดที่แรกได้จากการตัดต่อยีน
- ง. ข้าวโพดชนิดที่ 2 เป็นข้าวโพดที่แปลงพันธุ์

25. การนำความรู้ทางพันธุวิศวกรรมมาใช้จะมีประโยชน์ต่อวงการใด ที่เห็นเด่นชัดมากที่สุด

- ก. ประมง
- ข. การเลี้ยงสัตว์
- ค. การผลิตยารักษาโรค
- ง. การผลิตชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์

26. ข้อใดไม่ใช่ข้อจำกัดของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

- ก. ฤดูกาล
- ข. วัสดุอุปกรณ์
- ค. บุคลากร
- ง. เงินลงทุน

27. ข้อใดคือมาตรการควบคุมความปลอดภัย ในการใช้ผลิตภัณฑ์ GMOs
- ผู้นำเข้าต้องมีมาตรการในการตรวจสอบสินค้า GMOs ของผู้ส่งออก
 - ผู้ส่งออกต้องให้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ GMOs แก่ผู้นำเข้าอย่างละเอียด
 - ควรมีการติดฉลากแสดงรายละเอียดของสารอาหารและส่วนผสมให้ผู้บริโภคทราบ
 - ถูกทุกข้อ
28. ประเทศแห่งหนึ่งประสบปัญหาภาวะทางน้ำ ผลผลิตข้าวต่ำเนื่องจากสภาพแห้งแล้งและดินเค็มประเทศนี้ควรนำเทคโนโลยีชีวภาพด้านใดบ้างมาใช้ในการเพิ่มผลผลิต
- การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
 - การใช้จุลินทรีย์ควบคุมโรคพืช
 - การใช้จุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย การใช้จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนในดิน
 - การใช้จุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย การปรับปรุงพันธุ์พืชในทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม
29. ข้อใดกล่าว ถูกต้อง
- มนุษย์รู้จักนำความรู้ด้านพันธุศาสตร์มาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรนานแล้ว
 - วิธีการทางพันธุวิศวกรรมทำให้ได้สายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีคุณสมบัติตามต้องการ
 - เราสามารถนำความรู้ด้านพันธุศาสตร์หาหลักฐานเกี่ยวกับคดีอาชญากรรมได้
 - ถูกต้อง
30. ข้อใดเป็นการนำความรู้ด้านพันธุวิศวกรรมมาช่วยในการผลิต
- ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง
 - โคพันธุ์เนื้อ ไก่พันธุ์ไข่
 - ผลไม้ไม่มีเมล็ด ไม้ดอกสวยงาม
 - ฝ้ายต้านทานแมลง มะเขือเทศสุกงอมช้า

เฉลย

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. ง | 2. ข | 3. ค | 4. ก | 5. ง | 6. ง | 7. ข | 8. ง | 9. ก | 10. ข |
| 11. ก | 12. ก | 13. ง | 14. ง | 15. ข | 16. ข | 17. ค | 18. ก | 19. ง | 20. ง |
| 21. ง | 22. ง | 23. ค | 24. ค | 25. ง | 26. ก | 27. ข | 28. ง | 29. ค | 30. ง |

แบบประเมินหนังสืออ่านเพิ่มเติม
เรื่องเทคโนโลยีชีวภาพกับชีวิต
สำหรับนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3
โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

คำชี้แจง

แบบประเมินหนังสืออ่านเพิ่มเติมแบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 การประเมินคุณภาพของหนังสือ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นจากผู้ประเมิน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน

ชื่อ สกุล

วุฒิทางการศึกษา

ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน

ตอนที่ 2 การประเมินความพึงพอใจหนังสืออ่านเพิ่มเติม

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด และ
ระบุข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้

| ลักษณะที่ประเมิน | ระดับการประเมิน | | | |
|--|-----------------|-------|-------|---------------|
| | ดีมาก | ดี | พอใช้ | ปรับปรุงแก้ไข |
| รูปเล่ม | | | | |
| 1.รูปเล่มสวยงามดึงดูดความสนใจ | | | | |
| 2.ขนาดของหนังสือ ความเหมาะสม จับถือสะดวก | | | | |
| 3.ความหนาของหนังสือพอเหมาะ | | | | |
| 4.การจัดทำรูปเล่มมีความมั่นคงถาวร | | | | |
| เนื้อหา (การเขียนบันเทิงคดี) | | | | |
| 1.สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | | | | |
| 2.ลักษณะการเขียนถูกต้อง | | | | |
| 3.ผู้อ่านสร้างจินตนาการตามเรื่องราวที่เกิดขึ้น | | | | |
| 4.ให้ความเพลิดเพลิน | | | | |
| 5.มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง | | | | |
| 6.ช่วยเสริมสร้างความรู้ให้ผู้อ่าน | | | | |
| 7.มีความเหมาะสมกับวัยและประสบการณ์ของผู้อ่าน | | | | |
| 8.สร้างคุณธรรมให้ผู้อ่าน | | | | |
| การจัดภาพ | | | | |
| 1.การใช้ภาพประกอบมีความเหมาะสมสัมพันธ์กับเนื้อเรื่อง | | | | |
| 2.ภาพเหมาะสมกับวัยผู้อ่าน | | | | |
| 3.ภาพประกอบเข้าใจง่าย ชัดเจน | | | | |
| 4.ภาพปกสื่อความหมายสัมพันธ์กับเนื้อเรื่อง | | | | |

| ลักษณะที่ประเมิน | ระดับการประเมิน | | | |
|--|-----------------|-------|-------|---------------|
| | ดีมาก | ดี | พอใช้ | ปรับปรุงแก้ไข |
| ภาษาที่ใช้ | | | | |
| 1.เหมาะสมกับวัยผู้อ่าน | | | | |
| 2.มีความชัดเจนเข้าใจง่าย | | | | |
| 3.ถูกต้องตามหลักภาษา | | | | |
| คุณค่าของหนังสือ | | | | |
| 1.เรื่องราวและเหตุการณ์ตามที่เสนอของเรื่อง ชวนให้ติดตามมีความเหมาะสมกับวัยของ นักเรียนการศึกษาขั้นพื้นฐานช่วงชั้นที่ 3 | | | | |
| 2.เนื้อหาของหนังสือช่วยเสริมความรู้เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ | | | | |
| 3.เนื้อหาของหนังสือเสริมสร้างจิตสำนึกและ ความเข้าใจเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพ | | | | |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

อัจฉริยา ทองป้อม

แบบประเมินหนังสืออ่านเพิ่มเติม
เรื่องเทคโนโลยีชีวภาพกับชีวิต
สำหรับนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3
โดยนักเรียน

คำชี้แจง

แบบประเมินหนังสืออ่านเพิ่มเติมแบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 การประเมินคุณภาพของหนังสือ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นจากผู้ประเมิน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ สกุล

นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ระดับชั้น

ตอนที่ 2 การประเมินความพึงพอใจหนังสืออ่านเพิ่มเติม

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นมากที่สุด และ ระบุข้อความ
ลงในช่องว่างที่เว้นไว้

| ลักษณะที่ประเมิน | ระดับการประเมิน | | | |
|--|-----------------|-------|-------|---------------|
| | ดีมาก | ดี | พอใช้ | ปรับปรุงแก้ไข |
| รูปเล่ม | | | | |
| 1.รูปเล่มสวยงามน่าสนใจ | | | | |
| 2.ขนาดของหนังสือมีความเหมาะสม | | | | |
| เนื้อหา | | | | |
| 1.ให้ความรู้และความถูกต้อง | | | | |
| 2.ให้ความเพลิดเพลิน | | | | |
| 3.อ่านแล้วเข้าใจเรื่องได้ดี | | | | |
| 4.มีความยาวเหมาะสม | | | | |
| 5.เหมาะสมกับวัยและประสบการณ์ของผู้อ่าน | | | | |
| 6.มีความสัมพันธ์กับชื่อเรื่อง | | | | |
| 7.มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน | | | | |
| 8.ให้ข้อคิดและสร้างเจตคติที่ดีแก่ผู้อ่าน | | | | |
| ภาษาที่ใช้ | | | | |
| 1.เหมาะสมกับวัยผู้อ่าน | | | | |
| 2.มีความชัดเจนเข้าใจง่าย | | | | |
| 3.ถูกต้องตามหลักภาษา | | | | |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอบคุณ
 อัจฉริยา ทองป่อง

แนวเรื่อง เรื่องเทคโนโลยีชีวภาพกับชีวิต

บทที่ 1 มารู้จักเทคโนโลยีชีวภาพกันเถอะ

- เด็ก 2 คนคุยกันถึงเรื่องภาพยนตร์ที่ไปดูมา มีเรื่องการโคลนนิ่ง มนุษย์กลายพันธุ์ แล้วเกิดความสงสัยว่าเรื่องที่เกิดขึ้นในหนังจะเป็นจริงได้หรือไม่
- ทั้ง 2 คนจึงชวนกันไปถามผู้รู้ คือ ดร. ที่สอนวิทยาศาสตร์
- ดร. อธิบายว่าเรื่องการโคลนนิ่ง มนุษย์กลายพันธุ์เป็นเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งในปัจจุบันสามารถทำได้ทั้งในพืชและในสัตว์
- อธิบายความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพ “เทคโนโลยีชีวภาพเป็นการนำเอาสิ่งมีชีวิตหรือชิ้นส่วนของสิ่งมีชีวิตมาปรับปรุงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่มีประโยชน์เพิ่มมากขึ้น ” ซึ่งจริงๆแล้วเราเริ่มทำกันมาตั้งแต่สมัยโบราณ เรียกว่าเทคโนโลยีชีวภาพแบบง่ายๆ เช่น การทำน้ำปลา การดองผักผลไม้ การหมักเต้าเจี้ยว การทำข้าวหมาก
- ใ้รูปผักผลไม้ดอง เต้าเจี้ยว
- ส่วนในปัจจุบันได้พัฒนามาเป็นเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ มีการนำความรู้เกี่ยวกับพันธุกรรมและยีนมาใช้ เช่น การตัดแต่งยีน การโคลนนิ่ง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พันธุวิศวกรรม
- ใ้รูปการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สัตว์โคลนนิ่ง (แกะ)
- เด็กคนหนึ่งถามว่า พันธุกรรมและยีนคืออะไร
- ดร.อธิบาย พันธุกรรม คือการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตจากบรรพบุรุษไปสู่รุ่นลูกหลาน หรือจากพ่อแม่ไปสู่ลูก
- ใ้รูปสัตว์ชนิดเดียวกันหลายตัว
- ส่วนยีน คือ หน่วยพันธุกรรมที่อยู่บนโครโมโซมทำหน้าที่ควบคุมลักษณะต่างๆทางพันธุกรรมจากพ่อแม่โดยผ่านเซลล์สืบพันธุ์ไปยังลูกหลาน
- รูปยีน โครโมโซม ดีเอ็นเอ
- ยีนจะมีอยู่ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดทุกเซลล์ของร่างกายมีลักษณะคล้ายๆจะเป็นรหัสลับของสิ่งมีชีวิต ไม่มีใครหรือสิ่งมีชีวิตใดที่จะมีลายพิมพ์ของยีนเหมือนกัน ดังนั้นยีนจึงเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด โดยปกติลายพิมพ์ยีนหรือลายพิมพ์ดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตจะได้รับการถ่ายทอดจากพ่อสายหนึ่งและจากแม่อีกสายหนึ่งรวมกันเป็นยีนสายใหม่ของลูก
- ลายพิมพ์ ดีเอ็นเอ มีประโยชน์อย่างไรบ้าง

- ปลายพิมพ์ ดีเอ็นเอ มีประโยชน์มากมาย เช่น การสืบหาตัวผู้ต้องสงสัยในคดีต่างๆ การตรวจสอบความเป็นพ่อ แม่ ลูก การตรวจสอบพันธุ์พืชและสัตว์
- รูปวาด พ่อ แม่ ลูก รูปปลายพิมพ์ ดีเอ็นเอ
- เด็กถาม เรานำความรู้เรื่องยีนไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง
- ดร.ตอบ เรานำความรู้เรื่องยีนมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ ซึ่งได้แก่การตัดแต่งยีน การโคลนนิ่ง
- เด็กถาม การตัดแต่งยีนทำได้อย่างไร
- ดร.ตอบ การตัดแต่งยีน เป็นการนำเทคนิคต่างๆที่นำยีนจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปถ่ายฝากให้กับสิ่งมีชีวิตอื่นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากพันธุ์ที่มีในธรรมชาติ เรียกอีกอย่างว่า พันธุวิศวกรรม และเรียกสิ่งมีชีวิตที่ผ่านการตัดแต่งยีนสั้นๆว่า GMOs
- รูปกระบวนการตัดแต่งยีน
- เด็กถาม แล้วการโคลนนิ่งคืออะไร
- ดร.ตอบ การโคลนนิ่ง เป็นการลอกแบบหรือการเพิ่มจำนวน ดีเอ็นเอ ที่เหมือนกัน เพื่อให้ได้ผลผลิตที่เหมือนเดิมเพิ่มขึ้น เช่นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การปักชำ
- รูป การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สัตว์ที่ได้จากการโคลนนิ่ง(หมู)

บทที่ 2 พืชกับเทคโนโลยีชีวภาพ

- พืชใช้เทคโนโลยีชีวภาพมาทำในด้านใดบ้าง
- ดร.อธิบาย พืชที่นำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในด้านต่างๆ เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- รูปกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พืชที่เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- การตัดต่อยีน หรือพืช จีเอ็มโอ หรือพันธุวิศวกรรม
- รูปกระบวนการตัดต่อยีน มะเขือเทศที่ผ่านการตัดต่อยีน
- การจัดทำแผนที่ยีนพืชเพื่อประโยชน์ในการจำแนกพืช การพิสูจน์พันธุ์พืช การทดสอบความบริสุทธิ์ของพันธุ์พืช
- รูปพันธุ์ข้าวชนิดต่างๆ

บทที่ 3 สัตว์กับเทคโนโลยีชีวภาพ

- การนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้กับสัตว์ มีการทำในด้านใดบ้าง
- การโคลนนิ่ง
- รูปกระบวนการโคลนนิ่ง(รูปแกะดอลลี่)

- การผสมเทียม เป็นการนำไข่และอสุจิมาผสมกัน โดยไม่ให้ผสมกันเองตามธรรมชาติ
- แผนภาพการผสมเทียม
- การถ่ายฝากตัวอ่อน เป็นการนำไข่กับอสุจิผสมกันในหลอดแก้วแล้วนำกลับไปใส่ให้กับตัวที่จะต้องตั้งท้อง (รูปการถ่ายฝากตัวอ่อน)
- การตัดต่อยีน (รูปสัตว์ที่ผ่านการทำพันธุวิศวกรรม)

บทที่ 4 การนำเทคโนโลยีชีวภาพไปใช้ในด้านต่างๆ

- นอกจากการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้กับพืชและสัตว์แล้วยังมีการนำมาใช้ในด้านไดบ่าง
- ด้านการแพทย์ การผลิตฮอร์โมน ผลิตภัณฑ์วิตามินและยาปฏิชีวนะ การตรวจสอบสภาวะพันธุกรรมของโรคต่างๆ การรักษาด้วยยีนบำบัดโดยการใส่ยีนจำลองที่สามารถสังเคราะห์ได้เข้าไปในเซลล์ของบุคคลที่มีความผิดปกติทางพันธุกรรมต่างๆ
- การทำแผนที่ยีน หรือแผนที่จีโนมมนุษย์ รูปโครงการจีโนม
- การแก้ไขยีนที่มีบุตรยาก รูปการทำก็ฟ
- ด้านอาหาร การแปรรูปอาหาร การทำอาหารกระป๋อง และเครื่องดื่มต่างๆจากการนำเทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียและยีสต์ (รูปอาหารชนิดต่าง)
- ด้านสิ่งแวดล้อม การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่นการผลิตปุ๋ยชีวภาพ การแก้ปัญหา น้ำเสีย พร้อมรูป
- ด้านนิติวิทยาศาสตร์ การตรวจหา ดีเอ็นเอ การหาคนร้าย รูปลายพิมพ์ ดีเอ็นเอ ในการหาคนร้าย

บทที่ 5 ประเทศไทยกับเทคโนโลยีชีวภาพ

- การนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในประเทศไทย เช่นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (รูป)
- การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ การถ่ายฝากตัวอ่อน การโคลนวัว (รูป)
- การผลิตปุ๋ยชีวภาพ
- การใช้สิ่งมีชีวิตควบคุมกำจัดศัตรูพืช (รูป)
- การปฏิสนธิหลอดแก้ว (รูป)
- การปรับปรุงพันธุ์พืชให้ทนต่อสภาพแวดล้อมผิดปกติ เช่นพืชทนแล้ง

บทที่ 6 บทสรุปข้อดีข้อเสียของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ

- พืช จีเอ็มโอ ข้อดี (รูป)
- พืช จีเอ็มโอ ข้อเสีย ความเสี่ยงในการนำพืชข้ามพันธุ์มาใช้ เช่นพืชที่มียีนต้านแมลงอยู่ อาจทำอันตรายให้กับแมลงที่เป็นประโยชน์ได้ ซึ่งอาจทำให้เกิดการสูญพันธุ์ได้
- การตรวจสอบความปลอดภัย กระบวนการ (รูป)
- ข้อสรุปเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ การติดฉลากอาหารที่มาจากสิ่งมีชีวิตที่ได้รับการตัดแต่งยีน เป็นข้อมูลให้กับผู้บริโภคมีสิทธิเลือก



BIOGRAPHY

| | |
|------------------------------|--|
| NAME | Miss Ajchariya Thongpong |
| DATE OF BIRTH | 13 August 1964 |
| PLACE OF BIRTH | Patthalung, Thailand |
| INSTITUTIONS ATTENDED | Bansomdej Chaopraya Teacher's College, 1982-1986 : Mahidol University, 2000-2006 : Master of Education (Environmental Education) |
| POSITION & OFFICE | 1987 – Present Chaichimpleevittayakom School, Bangkok, Thailand Position : Teacher |
| HOME ADDRESS | 79/389 Moo 2 Pethkaseam road Nongkangplue, Nongkham, Bangkok 10160 |